

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 8月31日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-263313

出 願 人
Applicant(s):

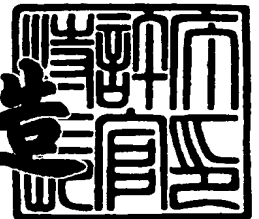
コニカ株式会社



2001年12月21日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3111345

5079

【書類名】 特許願

【整理番号】 DMS00274

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 5/18

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 古田 和三

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 茜部 ▲祐▼一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 森川 雅弘

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 増田 修

【特許出願人】

 【識別番号】 000001270

 【氏名又は名称】 コニカ株式会社

 【代表者】 岩居 文雄

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 012265

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 被描画基材、その金型、光ピックアップ装置、電子ビーム描画方法、その方法にて描画された基材、及び電子ビーム描画装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一面に曲面部を有し、少なくとも該曲面部に対して電子ビームを走査することにより所定の描画パターンが描画される被描画基材であって、

前記曲面部に、該曲面部より入射する光の反射を防止する反射防止構造を設けたことを特徴とする被描画基材。

【請求項2】 電子ビームを走査することにより所定の描画パターンが描画される被描画面を備えた被描画基材であって、

前記被描画面に、該被描画面より入射する光の反射を防止する反射防止構造を描画により形成したことを特徴とする被描画基材。

【請求項3】 少なくとも一面に形成された曲面部に回折格子を傾けて各ピッチ毎に形成し、この回折格子の少なくとも1ピッチに、当該ピッチの区切り目位置にて前記曲面部より立ち上がる側壁部と、隣接する各側壁部間に形成された傾斜部と、を有し、前記曲面部に対して電子ビームを走査することにより前記回折格子の描画パターンが描画される被描画基材であって、

前記傾斜部に、該傾斜部より入射する光の反射を防止する反射防止構造を設けたことを特徴とする被描画基材。

【請求項4】 少なくとも一面に曲面部を有し、少なくとも該曲面部に対して電子ビームを走査することにより所定の描画パターンが描画される被描画基材であって、

前記曲面部に、該曲面部より出射する光の反射を防止する反射防止構造を設けたことを特徴とする被描画基材。

【請求項5】 電子ビームを走査することにより所定の描画パターンが描画される被描画面を備えた被描画基材であって、

前記被描画面に、該被描画面より出射する光の反射を防止する反射防止構造を描画により形成したことを特徴とする被描画基材。

【請求項 6】 少なくとも一面に形成された曲面部に回折格子を傾けて各ピッチ毎に形成し、この回折格子の少なくとも 1 ピッチに、当該ピッチの区切り目位置にて前記曲面部より立ち上がる側壁部と、隣接する各側壁部間に形成された傾斜部と、を有し、前記曲面部に対して電子ビームを走査することにより前記回折格子の描画パターンが描画される被描画基材であって、

前記傾斜部に、該傾斜部より出射する光の反射を防止する反射防止構造を設けたことを特徴とする被描画基材。

【請求項 7】 前記反射防止構造は、構造的複屈折される複数の凹凸からなることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のうちいずれか一項に記載の被描画基材。

【請求項 8】 前記反射防止構造は、複数の孔部を含むことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のうちいずれか一項に記載の被描画基材。

【請求項 9】 前記孔部は、深さ方向に向かうに従い先細る形状であることを特徴とする請求項 8 に記載の被描画基材。

【請求項 10】 前記孔部の開口径は、サブミクロン単位に形成されることを特徴とする請求項 8 に記載の被描画基材。

【請求項 11】 請求項 1 乃至請求項 10 のうちいずれか一項に記載の被描画基材を形成するための金型。

【請求項 12】 レーザー光を収束させて記録情報を読み取る光磁気記録媒体と、

該光磁気記録媒体からのレーザー反射光を、光路が近接した P、S 両偏光からなる複数の光束に分離する偏光分離素子と、

該複数の光束のうち少なくとも P、S 両偏光の 2 つの光束を集光するための請求項 1 乃至請求項 10 のうちいずれか一項に記載の被描画基材と、

前記被描画基材を透過した前記光束をそれぞれ受光させる受光素子と、

該受光素子の出力に基づいて前記前記光磁気記録媒体上の記録情報を読み出すことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 13】 電子ビームにて描画される被描画面を含む基材に対して、前記電子ビームを走査することにより前記基材の描画を行う電子ビーム描画方法で

あって、

前記基材の被描画面を形成し、かつ、当該被描画面に対して表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の描画を行う描画ステップを含むことを特徴とする電子ビーム描画方法。

【請求項 1 4】 電子ビームにて描画される曲面部を含む基材に対して、前記電子ビームを走査することにより前記基材の描画を行う電子ビーム描画方法であって、

前記基材の曲面部に回折格子の少なくとも 1 ピッチ部分を傾けて形成し、かつ、当該 1 ピッチ部分に対して表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の曲面部の描画を行う描画ステップを含むことを特徴とする電子ビーム描画方法。

【請求項 1 5】 電子ビームにて描画される曲面部を含む基材に対して、前記電子ビームを走査することにより前記基材の描画を行う電子ビーム描画方法であって、

前記基材の曲面部に回折格子を傾けて各ピッチ毎に形成し、かつ、各ピッチ毎に表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を、前記曲面部上の傾斜する傾斜角度に応じて抽出し、抽出された前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の前記曲面部の描画を行う描画ステップを含むことを特徴とする電子ビーム描画方法。

【請求項 1 6】 電子ビームにて描画される曲面部を含む基材に対して、前記電子ビームを走査することにより前記基材の描画を行う電子ビーム描画方法であって、

前記基材の曲面部に回折格子の少なくとも 1 ピッチ部分を傾けて形成する際に、走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の前記曲面部の描画を行うステップと、

前記 1 ピッチの回折格子に対して表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量分布に基づいて前記凹凸の描画を行うステップと、

を含むことを特徴とする電子ビーム描画方法。

【請求項 1 7】 前記回折格子の少なくとも 1 ピッチは、当該ピッチの区切り目位置にて前記基材上に立ち上がる側壁部と、隣接する各側壁部間に形成された傾斜部と、を有し、

前記描画ステップでは、前記傾斜部に当該凹凸を形成することを特徴とする請求項 1 4 又は請求項 1 5 に記載の電子ビーム描画方法。

【請求項 1 8】 前記電子ビームを照射した基材を現像し、現像された前記基材の表面で電鍍を行い、成形用の金型を形成するステップをさらに有することを特徴とする請求項 1 3 乃至請求項 1 7 のいずれか一項に記載の電子ビーム描画方法。

【請求項 1 9】 前記電子ビームを照射した基材を現像し、エッチング処理した前記基材に電鍍を行い、成形用の金型を形成するステップをさらに有することを特徴とする請求項 1 3 乃至請求項 1 7 のいずれか一項に記載の電子ビーム描画方法。

【請求項 2 0】 前記基材として成形用の金型用い、当該金型に描画を行うステップを有することを特徴とする請求項 1 3 乃至請求項 1 9 のいずれか一項に記載の電子ビーム描画方法。

【請求項 2 1】 請求項 1 3 乃至請求項 2 0 のいずれか一項に記載の電子ビーム描画方法にて描画された基材。

【請求項 2 2】 前記基材は、光学素子であることを特徴とする請求項 2 1 に記載の基材。

【請求項 2 3】 基材に対して前記電子ビームを走査することにより前記基材の描画を行う電子ビーム描画装置であって、

前記基材に表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を格納した格納手段と、

前記格納手段の前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ

前記基材並びに凹凸部分の描画を行うように制御する制御手段と、
を含むことを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項 2 4】 電子ビームにより描画される曲面部を含む基材に対して、前記電子ビームを走査することにより前記基材の描画を行う電子ビーム描画装置であって、

前記基材の曲面部に回折格子の少なくとも 1 ピッチ部分を傾けて形成し、かつ、当該 1 ピッチ部分に対して表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を格納した格納手段と、

前記格納手段の前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の曲面部並びに凹凸部分の描画を行うように制御する制御手段と、
を含むことを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項 2 5】 前記回折格子の少なくとも 1 ピッチは、当該ピッチの区切り目位置にて前記基材上に立ち上がる側壁部と、隣接する各側壁部間に形成され、当該凹凸が形成された傾斜部と、を有し、

前記制御手段は、前記傾斜部及び当該傾斜部上の凹凸部分の描画を行うように制御することを特徴とする請求項 2 4 に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項 2 6】 前記制御手段は、前記回折格子に対する描画処理と、前記凹凸部分の描画処理とをほぼ同時に行うように制御することを特徴とする請求項 2 4 に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項 2 7】 前記回折格子は、前記曲面部上に塗布されたレジスト層を描画して形成されることを特徴とする請求項 2 4 又は請求項 2 5 に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項 2 8】 前記凹凸は、テーパーを有する多数の孔部からなることを特徴とする請求項 2 4 乃至請求項 2 7 のうちいずれか一項に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項 2 9】 前記制御手段は、前記傾斜部の面積に対する孔部の面積比を所定の比率にて描画するように制御することを特徴とする請求項 2 8 に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項 3 0】 電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、

前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を可変とするための電子レンズと、

前記電子ビームを照射することで描画される描画パターンを有する基材を載置する載置台と、

前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、

前記基材に表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を格納した格納手段と、

前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御するとともに、前記焦点位置における焦点深度内について、前記格納手段の前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材並びに凹凸部分の描画を行うように制御する制御手段と、

を含むことを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項 3 1】 電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、

前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面を有する基材を載置する載置台と、

前記載置台を駆動する駆動手段と、

前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、

前記基材に表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を格納した格納手段と、

前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記駆動手段により前記載置台を昇降させて、前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御するとともに、前記焦点位置における焦点深度内について、前記格納手段の前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材並びに凹凸部分の描画を行うように制御する制御手段と

を含むことを特徴とする電子ビーム描画装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被描画基材、その金型、光ピックアップ装置、電子ビーム描画方法、その方法にて描画された基材、及び電子ビーム描画装置に関し、特に、射出成形で作成されるピックアップレンズにおいて表面反射を防止するものに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、情報記録媒体として、例えばCD、DVD等が広く使用されており、これらの記録媒体を読み取る読取装置などの精密機器には、多くの光学素子が利用されている。これらの機器に利用される光学素子、例えば光レンズなどは、低コスト化並びに小型化の観点から、ガラス製の光レンズよりも樹脂製の光レンズを用いることが多い。このような樹脂製の光レンズは、一般の射出成形によって製造されており、射出成形用の成形型も、一般的な切削加工によって形成されている。

【0003】

また、光学素子などを含む基材の表面上に所望の形状を描画加工するものとしては、光露光などの手法を用いた露光装置などによって加工を行うことが行われている。

【0004】

ところで、高密度化に伴う前記光レンズの曲率が大きくなると、当該光レンズの周辺部においては、表面反射が増加する。このため、このような表面反射の低減を図るために、通常、光レンズの表面に対して誘電体膜を蒸着により一層あるいは多層形成することで、光レンズに対する表面反射防止が行われている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、蒸着により誘電体膜を形成する手法では、光レンズの1つ1つに対し、蒸着プロセスを行う必要があり、生産性の低下を招いていた。

【 0 0 0 6 】

また、前述したような光レンズを利用した読取装置などの光ピックアップ装置においては、前記光レンズの表面反射の増加のみならず、入射する光の偏光の向きにより、透過率の違いが大きくなり、検出信号の読み取り処理においてピックアップ機能の低下を招いていた。

【 0 0 0 7 】

さらに、DVD、CD互換等の収差補正のために、光レンズの表面に回折格子を形成したものにあっては、格子密度によって入射する光の入射角度の増え方が大きくなり、ピックアップ機能低下の影響が大きくなる。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、誘電体膜を形成することなく表面反射の低減を図ることができ、ピックアップ機能の低下を防止することのできる被描画基材、その金型、光ピックアップ装置、電子ビーム描画方法、その方法にて描画された基材、及び電子ビーム描画装置を提供することにある。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、少なくとも一面に曲面部を有し、少なくとも該曲面部に対して電子ビームを走査することにより所定の描画パターンが描画される被描画基材であって、前記曲面部に、該曲面部より入射する光の反射を防止する反射防止構造を設けたことを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

また、請求項2に記載の発明は、電子ビームを走査することにより所定の描画パターンが描画される被描画面を備えた被描画基材であって、前記被描画面に、該被描画面より入射する光の反射を防止する反射防止構造を描画により形成したことを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

また、請求項3に記載の発明は、少なくとも一面に形成された曲面部に回折格子を傾けて各ピッチ毎に形成し、この回折格子の少なくとも1ピッチに、当該ピ

ツチの区切り目位置にて前記曲面部より立ち上がる側壁部と、隣接する各側壁部に形成された傾斜部と、を有し、前記曲面部に対して電子ビームを走査することにより前記回折格子の描画パターンが描画される被描画基材であって、前記傾斜部に、該傾斜部より入射する光の反射を防止する反射防止構造を設けたことを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

また、請求項 4 に記載の発明は、少なくとも一面に曲面部を有し、少なくとも該曲面部に対して電子ビームを走査することにより所定の描画パターンが描画される被描画基材であって、前記曲面部に、該曲面部より出射する光の反射を防止する反射防止構造を設けたことを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 5 に記載の発明は、電子ビームを走査することにより所定の描画パターンが描画される被描画面を備えた被描画基材であって、前記被描画面に、該被描画面より出射する光の反射を防止する反射防止構造を描画により形成したことを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

また、請求項 6 に記載の発明は、少なくとも一面に形成された曲面部に回折格子を傾けて各ピッチ毎に形成し、この回折格子の少なくとも 1 ピッチに、当該ピッチの区切り目位置にて前記曲面部より立ち上がる側壁部と、隣接する各側壁間に形成された傾斜部と、を有し、前記曲面部に対して電子ビームを走査することにより前記回折格子の描画パターンが描画される被描画基材であって、前記傾斜部に、該傾斜部より出射する光の反射を防止する反射防止構造を設けたことを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

また、請求項 7 に記載の発明は、前記反射防止構造は、構造的複屈折される複数の凹凸からなることを特徴としている。

【 0 0 1 6 】

また、請求項 8 に記載の発明は、前記反射防止構造は、複数の孔部を含むことを特徴としている。

【 0 0 1 7 】

また、請求項 9 に記載の発明は、前記孔部は、深さ方向に向かうに従い先細る形状であることを特徴としている。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 1 0 に記載の発明は、前記孔部の開口径は、サブミクロン単位に形成されることを特徴としている。

【 0 0 1 9 】

また、請求項 1 1 では、上述のいずれかの被描画基材を形成するための金型を定義している。

【 0 0 2 0 】

また、請求項 1 2 に記載の発明は、レーザー光を収束させて記録情報を読み取る光磁気記録媒体と、該光磁気記録媒体からのレーザー反射光を、光路が近接した P, S 両偏光からなる複数の光束に分離する偏光分離素子と、該複数の光束のうち少なくとも P, S 両偏光の 2 つの光束を集光するための上述の被描画基材と、前記被描画基材を透過した前記光束をそれぞれ受光させる受光素子と、該受光素子の出力に基づいて前記前記光磁気記録媒体上の記録情報を読み出すことを特徴としている。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 1 3 に記載の発明は、電子ビームにて描画される被描画面を含む基材に対して、前記電子ビームを走査することにより前記基材の描画を行う電子ビーム描画方法であって、前記基材の被描画面を形成し、かつ、当該被描画面に対して表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の描画を行う描画ステップを含むことを特徴としている。

【 0 0 2 2 】

また、請求項 1 4 に記載の発明は、電子ビームにて描画される曲面部を含む基材に対して、前記電子ビームを走査することにより前記基材の描画を行う電子ビーム描画方法であって、前記基材の曲面部に回折格子の少なくとも 1 ピッチ部分

を傾けて形成し、かつ、当該1ピッチ部分に対して表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の曲面部の描画を行う描画ステップを含むことを特徴としている。

【0023】

また、請求項15に記載の発明は、電子ビームにて描画される曲面部を含む基材に対して、前記電子ビームを走査することにより前記基材の描画を行う電子ビーム描画方法であって、前記基材の曲面部に回折格子を傾けて各ピッチ毎に形成し、かつ、各ピッチ毎に表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を、前記曲面部上の傾斜する傾斜角度に応じて抽出し、抽出された前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の前記曲面部の描画を行う描画ステップを含むことを特徴としている。

【0024】

また、請求項16に記載の発明は、電子ビームにて描画される曲面部を含む基材に対して、前記電子ビームを走査することにより前記基材の描画を行う電子ビーム描画方法であって、前記基材の曲面部に回折格子の少なくとも1ピッチ部分を傾けて形成する際に、走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の前記曲面部の描画を行うステップと、前記1ピッチの回折格子に対して表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量分布に基づいて前記凹凸の描画を行うステップと、を含むことを特徴としている。

【0025】

また、請求項17に記載の発明は、前記回折格子の少なくとも1ピッチは、当該ピッチの区切り目位置にて前記基材上に立ち上がる側壁部と、隣接する各側壁部間に形成された傾斜部と、を有し、前記描画ステップでは、前記傾斜部に当該凹凸を形成することを特徴としている。

【0026】

また、請求項18に記載の発明は、前記電子ビームを照射した基材を現像し、

現像された前記基材の表面で電鍍を行い、成形用の金型を形成するステップをさらに有することを特徴としている。

【 0 0 2 7 】

また、請求項 1 9 に記載の発明は、前記電子ビームを照射した基材を現像し、エッチング処理した前記基材に電鍍を行い、成形用の金型を形成するステップをさらに有することを特徴としている。

【 0 0 2 8 】

また、請求項 2 0 に記載の発明は、前記基材として成形用の金型用い、当該金型に描画を行うステップを有することを特徴としている。

【 0 0 2 9 】

また、請求項 2 1 では、上述のいずれかの電子ビーム描画方法にて描画された基材を定義し、前記基材は光学素子であることが好ましい。

【 0 0 3 0 】

また、請求項 2 3 に記載の発明は、基材に対して前記電子ビームを走査することにより前記基材の描画を行う電子ビーム描画装置であって、前記基材に表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を格納した格納手段と、前記格納手段の前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材並びに凹凸部分の描画を行うように制御する制御手段と、を含むことを特徴としている。

【 0 0 3 1 】

また、請求項 2 4 に記載の発明は、電子ビームにより描画される曲面部を含む基材に対して、前記電子ビームを走査することにより前記基材の描画を行う電子ビーム描画装置であって、前記基材の曲面部に回折格子の少なくとも 1 ピッチ部分を傾けて形成し、かつ、当該 1 ピッチ部分に対して表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を格納した格納手段と、前記格納手段の前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の曲面部並びに凹凸部分の描画を行うように制御する制御手段と、を含むことを特徴としている。

【 0 0 3 2 】

また、請求項 2 5 に記載の発明は、前記回折格子の少なくとも 1 ピッチは、当該ピッチの区切り目位置にて前記基材上に立ち上がる側壁部と、隣接する各側壁部間に形成され、当該凹凸が形成された傾斜部と、を有し、前記制御手段は、前記傾斜部及び当該傾斜部上の凹凸部分の描画を行うように制御することを特徴としている。

【 0 0 3 3 】

また、請求項 2 6 に記載の発明は、前記制御手段は、前記回折格子に対する描画処理と、前記凹凸部分の描画処理とをほぼ同時に行うように制御することを特徴としている。

【 0 0 3 4 】

また、請求項 2 7 に記載の発明は、前記回折格子は、前記曲面部に塗布されたレジスト層を描画して形成されることを特徴としている。

【 0 0 3 5 】

また、請求項 2 8 に記載の発明は、前記凹凸は、テーパを有する多数の孔部からなることを特徴としている。

【 0 0 3 6 】

また、請求項 2 9 に記載の発明は、前記制御手段は、前記傾斜部の面積に対する孔部の面積比を所定の比率にて描画するように制御することを特徴としている。

【 0 0 3 7 】

また、請求項 3 0 に記載の発明は、電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を可変とするための電子レンズと、前記電子ビームを照射することで描画される描画パターンを有する基材を載置する載置台と、前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、前記基材に表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を格納した格納手段と、前記測定手段にて測定された前記描画位置に

に基づき、前記電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御するとともに、前記焦点位置における焦点深度内について、前記格納手段の前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材並びに凹凸部分の描画を行うように制御する制御手段と、を含むことを特徴としている。

【 0 0 3 8 】

また、請求項 3 1 に記載の発明は、電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、前記電子ビームを照射することで描画される被描画面に曲面を有する基材を載置する載置台と、前記載置台を駆動する駆動手段と、前記基材上に描画される描画位置を測定するための測定手段と、前記基材に表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性を格納した格納手段と、前記測定手段にて測定された前記描画位置に基づき、前記駆動手段により前記載置台を昇降させて、前記電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御するとともに、前記焦点位置における焦点深度内について、前記格納手段の前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材並びに凹凸部分の描画を行うように制御する制御手段と、を含むことを特徴としている。

【 0 0 3 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態の一例について、図面を参照して具体的に説明する。

【 0 0 4 0 】

[第 1 の実施の形態]

(基材について)

先ず、電子ビームにより描画される被描画基材について、図 1 ～図 2 を参照しつつ説明する。図 1 には、基材上に描画される描画パターン並びにその細部の描画形状が開示されている。

【 0 0 4 1 】

同図に示すように、本実施形態の被描画基材（以下、基材という）2上に描画される描画パターンの一例として円描画が開示されており、基材2の描画部分の一部であるA部分を拡大してみると、基材2は、複数のブレード3からなる回折格子構造が形成されている。

【0042】

ブレード3は、傾斜部3b及び側壁部3aを形成し、当該側壁部3bは、周方向に沿って平面状に複数形成されている。

【0043】

より詳細には、図2に示すように、基材2は、少なくとも一面に形成された曲面部2aを有し、回折格子を傾けて各ピッチL1毎に形成し、この回折格子の少なくとも1ピッチL1に、当該ピッチの区切り目位置にて前記曲面部2aより立ち上がる側壁部3aと、隣接する各側壁部3a、3a間に形成された傾斜部3bと、側壁部3aと傾斜部3bとの境界領域に形成された溝部3cとが形成されている。なお、この回折格子構造は、後述するように、曲面部2a上に塗布された塗布剤（レジスト）を描画することにより形成されることが好ましい。

【0044】

図1に説明を戻すと、傾斜部3bには、該傾斜部3bより入射する光の反射を防止する反射防止構造3baが形成されている。この反射防止構造3baは、構造的に複屈折される複数の凹凸からなる形状とすることが好ましく、本実施の形態においては、例えば、複数の孔部3bbにより形成されている。この孔部3bbは、深さ方向に向かうに従い先細る形状であり、孔部3bbの開口径は、サブミクロン単位に形成され、傾斜部3bの面積に対する孔部3bbの面積比は、略30%程度に形成されている。

【0045】

なお、本実施の形態では、反射防止構造として、複数の孔部を設ける例について説明するが、このような形状に限定されるものではなく、例えば複数の凸部を形成する場合は、前記孔部と凸部とを組み合わせた例であってもよい。また、円描画を、複数の直線部によって近似して描画する構成としてもよい。

【0046】

また、基材2としては、光学素子例えば、ピックアップレンズ等にて構成することが好ましい。

【0047】

ここで、サブ波長構造をもつ周期格子は光波の透過、反射特性に強く影響するが、微小凹凸により反射防止効果を引き出すことができる。すなわち、光の反射は、屈折率の急激な変化により生じるが、平均屈折率は、前記テーパにより基材2の厚さ方向に対して徐々に変わっているため、連続的に屈折率は変化し、光が殆ど反射されない構成となる。

【0048】

これにより、高密度な回折格子構造はそのままでは表面反射が大きくなるが、サブ波長オーダーの光の集団的な作用により、前記反射防止構造3baとして、連続的な屈折率分布をもたせる事により、反射を防止させることができる。

【0049】

このように、3次元的な描画で回折格子を描画する際にあわせ、サブ波長オーダーのクラスター構造を描画し、前記基材2に表面反射を防止する構造を形成することにより、金型形状として反射防止構造を成形させる際に、コストを大幅に低減させることを可能にする。

【0050】

また、高密度化に伴い、曲面部2aの曲率が大きくなったとしても、周辺部での表面反射を低減し、偏向の向きによる透過率の違いも低減できる。これにより、検出信号の読み取り処理においてピックアップ機能の低下が生じない。

【0051】

さらに、DVD、CD互換、収差補正のために、回折格子を付与したものに関しても、格子密度による入射角度の増大に起因するピックアップ機能の低下を取り除くことができる。以下、このような基材を形成するための前提となる電子ビーム描画装置の具体的構成について説明することとする。

【0052】

(電子ビーム描画装置の全体構成)

次に、電子ビーム描画装置の全体の概略構成について、図3を参照して説明す

る。図3は、本例の電子ビーム描画装置の全体構成を示す説明図である。

【0053】

本実施形態例の電子ビーム描画装置1は、図3に示すように、大電流で高解像度の電子線プローブを形成して高速に描画対象の基材2上を走査するものであり、高解像度の電子線プローブを形成し、電子ビームを生成してターゲットに対してビーム照射を行う電子ビーム生成手段である電子銃12と、この電子銃12からの電子ビームを通過させるスリット14と、スリット14を通過する電子ビームの前記基材2に対する焦点位置を制御するための電子レンズ16と、電子ビームが出射される経路上に配設されたアパーチャー18と、電子ビームを偏向させることでターゲットである基材2上の走査位置等を制御する偏向器20と、偏向を補正する補正用コイル22と、を含んで構成されている。なお、これらの各部分は、鏡筒10内に配設されて電子ビーム出射時には真空状態に維持される。

【0054】

さらに、電子ビーム描画装置1は、描画対象となる基材2を載置するための載置台であるXYZステージ30と、このXYZステージ30上の載置位置に基材2を搬送するための搬送手段であるローダ40と、XYZステージ30上の基材2の表面の基準点を測定するための測定手段である測定装置80と、XYZステージ30を駆動するための駆動手段であるステージ駆動手段50と、ローダを駆動するためのローダ駆動装置60と、鏡筒10内及びXYZステージ30を含む筐体11内を真空となるように排気を行う真空排気装置70と、これらの制御を司る制御手段である制御回路100と、を含んで構成されている。

【0055】

なお、電子レンズ16は、高さ方向に沿って複数箇所に離間して設置される各コイル17a、17b、17cの各々の電流値によって電子的なレンズが複数生成されることで各々制御され、電子ビームの焦点位置が制御される。

【0056】

測定装置80は、基材2に対してレーザーを照射することで基材2を測定する第1のレーザー測長器82と、第1のレーザー測長器82にて発光されたレーザー光（第1の照射光）が基材2を反射し当該反射光を受光する第1の受光部84

と、前記第 1 のレーザー測長器 8 2 とは異なる照射角度から照射を行う第 2 のレーザー測長器 8 6 と、前記第 2 のレーザー測長器 8 6 にて発光されたレーザー光（第 2 の照射光）が基材 2 を反射し当該反射光を受光する第 2 の受光部 8 8 と、を含んで構成されている。なお、本例の第 1 のレーザー測長器と第 1 の受光部とで本発明の「第 1 の光学系」を構成し、第 2 のレーザー測長器と第 2 の受光部とで本発明の「第 2 の光学系」を構成している。

【 0 0 5 7 】

ステージ駆動手段 5 0 は、XYZ ステージ 3 0 を X 方向に駆動する X 方向駆動機構 5 2 と、XYZ ステージ 3 0 を Y 方向に駆動する Y 方向駆動機構 5 4 と、XYZ ステージ 3 0 を Z 方向に駆動する Z 方向駆動機構 5 6 と、XYZ ステージ 3 0 を θ 方向に駆動する θ 方向駆動機構 5 8 と、を含んで構成されている。これによって、XYZ ステージ 3 0 を 3 次元的に動作させたり、アライメントを行うことができる。

【 0 0 5 8 】

制御回路 1 0 0 は、電子銃 1 2 に電源を供給するための電子銃電源部 1 0 2 と、この電子銃電源部 1 0 2 での電流、電圧などを調整制御する電子銃制御部 1 0 4 と、電子レンズ 1 6（複数の各電子的なレンズを各々）を動作させるためのレンズ電源部 1 0 6 と、このレンズ電源部 1 0 6 での各電子レンズに対応する各電流を調整制御するレンズ制御部 1 0 8 と、を含んで構成される。

【 0 0 5 9 】

さらに、制御回路 1 0 0 は、補正用コイル 2 2 を制御するためのコイル制御部 1 1 0 と、偏向器 2 0 にて成形方向の偏向を行う成形偏向部 1 1 2 a と、偏向器 2 0 にて副走査方向の偏向を行うための副偏向部 1 1 2 b と、偏向器 2 0 にて主走査方向の偏向を行うための主偏向部 1 1 2 c と、成形偏向部 1 1 2 a を制御するためにデジタル信号をアナログ信号に変換制御する高速 D/A 変換器 1 1 4 a と、副偏向部 1 1 2 b を制御するためにデジタル信号をアナログ信号に変換制御する高速 D/A 変換器 1 1 4 b と、主偏向部 1 1 2 c を制御するためにデジタル信号をアナログ信号に変換制御する高精度 D/A 変換器 1 1 4 c と、を含んで構成される。

【 0 0 6 0 】

さらに、制御回路 1 0 0 は、偏向器 2 0 における位置誤差を補正する、乃ち、位置誤差補正信号などを各高速 D / A 変換器 1 1 4 a、1 1 4 b、及び高精度 D / A 変換器 1 1 4 c に対して供給して位置誤差補正を促すあるいはコイル制御部 1 1 0 に対して当該信号を供給することで補正用コイル 2 2 にて位置誤差補正を行う位置誤差補正回路 1 1 6 と、これら位置誤差補正回路 1 1 6 並びに各高速 D / A 変換器 1 1 4 a、1 1 4 b 及び高精度 D / A 変換器 1 1 4 c を制御して電子ビームの電界を制御する電界制御手段である電界制御回路 1 1 8 と、描画パターンなどを前記基材 2 に対して生成するためのパターン発生回路 1 2 0 と、を含んで構成される。

【 0 0 6 1 】

またさらに、制御回路 1 0 0 は、第 1 のレーザー測長器 8 2 を上下左右に移動させることによるレーザー照射位置の移動及びレーザー照射角の角度等の駆動制御を行う第 1 のレーザー駆動制御回路 1 3 0 と、第 2 のレーザー測長器 8 6 を上下左右に移動させることによるレーザー照射位置の移動及びレーザー照射角の角度等の駆動制御を行う第 2 のレーザー駆動制御回路 1 3 2 と、第 1 のレーザー測長器 8 2 でのレーザー照射光の出力（レーザーの光強度）を調整制御するための第 1 のレーザー出力制御回路 1 3 4 と、第 2 のレーザー測長器 8 6 でのレーザー照射光の出力を調整制御するための第 2 のレーザー出力制御回路 1 3 6 と、第 1 の受光部 8 4 での受光結果に基づき、測定結果を算出するための第 1 の測定算出部 1 4 0 と、第 2 の受光部 8 8 での受光結果に基づき、測定結果を算出するための第 2 の測定算出部 1 4 2 と、を含んで構成される。

【 0 0 6 2 】

さらにまた、制御回路 1 0 0 は、ステージ駆動手段 5 0 を制御するためのステージ制御回路 1 5 0 と、ローダ駆動装置 6 0 を制御するローダ制御回路 1 5 2 と、上述の第 1、第 2 のレーザー駆動回路 1 3 0、1 3 2・第 1、第 2 のレーザー出力制御回路 1 3 4、1 3 6・第 1、第 2 の測定算出部 1 4 0、1 4 2・ステージ制御回路 1 5 0・ローダ制御回路 1 5 2 を制御する機構制御回路 1 5 4 と、真空排気装置 7 0 の真空排気を制御する真空排気制御回路 1 5 6 と、測定情報を入

力するための測定情報入力部 1 5 8 と、入力された情報や他の複数の情報を記憶するための記憶手段であるメモリ 1 6 0 と、各種制御を行うための制御プログラムを記憶したプログラムメモリ 1 6 2 と、これらの各部の制御を司る例えば CPU などにて形成された制御部 1 7 0 と、を含んで構成されている。

【 0 0 6 3 】

なお、本例の第 1 の測定算出部と第 2 の測定算出部とで、本発明の「測定算出手段」を構成できる。

【 0 0 6 4 】

上述のような構成を有する電子ビーム描画装置 1 において、ローダ 4 0 によって搬送された基材 2 が X Y Z ステージ 3 0 上に載置されると、真空排気装置 7 0 によって鏡筒 1 0 及び筐体 1 1 内の空気やダストなどを排気したした後、電子銃 1 2 から電子ビームが照射される。

【 0 0 6 5 】

電子銃 1 2 から照射された電子ビームは、電子レンズ 1 6 を介して偏向器 2 0 により偏向され、偏向された電子ビーム B（以下、この電子レンズ 1 6 を通過後の偏向制御された電子ビームに関してのみ「電子ビーム B」と符号を付与することがある）は、X Y Z ステージ 3 0 上の基材 2 の表面、例えば曲面部（曲面） 2 a 上の描画位置に対して照射されることで描画が行われる。

【 0 0 6 6 】

この際に、測定装置 8 0 によって、基材 2 上の描画位置（描画位置のうち少なくとも高さ位置）、もしくは後述するような基準点の位置が測定され、制御回路 1 0 0 は、当該測定結果に基づき、電子レンズ 1 6 のコイル 1 7 a、1 7 b、1 7 c などに流れる各電流値などを調整制御して、電子ビーム B の焦点深度の位置、すなわち焦点位置を制御し、当該焦点位置が前記描画位置となるように移動制御される。

【 0 0 6 7 】

あるいは、測定結果に基づき、制御回路 1 0 0 は、ステージ駆動手段 5 0 を制御することにより、前記電子ビーム B の焦点位置が前記描画位置となるように X Y Z ステージ 3 0 を移動させる。

【 0 0 6 8 】

また、本例においては、電子ビームの制御、X Y Z ステージ 3 0 の制御のいずれか一方の制御によって行っても、双方を利用して行ってもよい。

【 0 0 6 9 】

(測定装置)

次に、測定装置 8 0 について、図 5 を参照しつつ説明する。測定装置 8 0 は、より詳細には、図 5 に示すように、第 1 のレーザー測長器 8 2、第 1 の受光部 8 4、第 2 のレーザー測長器 8 6、第 2 の受光部 8 8 などをも有する。

【 0 0 7 0 】

第 1 のレーザー測長器 8 2 により電子ビームと交差する方向から基材 2 に対して第 1 の光ビーム S 1 を照射し、基材 2 を透過する第 1 の光ビーム S 1 の受光によって、第 1 の光強度分布が検出される。

【 0 0 7 1 】

この際に、図 5 に示すように、第 1 の光ビーム S 1 は、基材 2 の底部 2 c にて反射されるため、第 1 の強度分布に基づき、基材 2 の平坦部 2 b 上の（高さ）位置が測定算出されることになる。しかし、この場合には、基材 2 の曲面部 2 a 上の（高さ）位置を測定することができない。

【 0 0 7 2 】

そこで、本例においては、さらに第 2 のレーザー測長器 8 6 を設けている。すなわち、第 2 のレーザー測長器 8 6 によって、第 1 の光ビーム S 1 と異なる電子ビームとほぼ直交する方向から基材 2 に対して第 2 の光ビーム S 2 を照射し、基材 2 を透過する第 2 の光ビーム S 2 が第 2 の受光部 8 8 に含まれるピンホール 8 4 を介して受光されることによって、第 2 の光強度分布が検出される。

【 0 0 7 3 】

この場合、図 6 (A) ~ (C) に示すように、第 2 の光ビーム S 2 が曲面部 2 a 上を透過することとなるので、前記第 2 の強度分布に基づき、基材 2 の平坦部 2 b より突出する曲面部 2 a 上の（高さ）位置を測定算出することができる。

【 0 0 7 4 】

具体的には、第 2 の光ビーム S 2 が X Y 基準座標系における曲面部 2 a 上のあ

る位置 (x, y) の特定の高さを透過すると、この位置 (x, y) において、図 6 (A) ~ (C) に示すように、第 2 の光ビーム S 2 が曲面部 2 a の曲面にて当たることにより散乱光 S S 1、S S 2 が生じ、この散乱光分の光強度が弱まることとなる。このようにして、図 7 に示すように、第 2 の受光部 8 8 にて検出された第 2 の光強度分布に基づき、位置が測定算出される。

【 0 0 7 5 】

この算出の際には、図 7 に示すように、第 2 の受光部 8 8 の信号出力 O p は、図 8 に示す特性図のような、信号出力 O p と基材の高さとの相関関係を有するので、制御回路 1 0 0 のメモリ 1 6 0 などにこの特性、すなわち相関関係を示した相関テーブルを予め格納しておくことにより、第 2 の受光部 8 8 での信号出力 O p に基づき、基材の高さ位置を算出することができる。

【 0 0 7 6 】

そして、この基材の高さ位置を、例えば描画位置として、前記電子ビームの焦点位置の調整が行われ描画が行われることとなる。

【 0 0 7 7 】

(描画位置算出の原理の概要)

次に、本例の特徴である電子ビーム描画装置 1 における、描画を行う場合の原理の概要について、説明する。

【 0 0 7 8 】

先ず、基材 2 は、図 4 (A) (B) に示すように、例えば樹脂等による光学素子例えば光レンズ等にて形成されることが好ましく、断面略平板状の平坦部 2 b と、この平坦部 2 b より突出形成された曲面をなす曲面部 2 a と、を含んで構成されている。この曲面部 2 a の曲面は、球面に限らず、非球面などの他のあらゆる高さ方向に変化を有する自由曲面であってよい。

【 0 0 7 9 】

このような基材 2 において、予め基材 2 を X Y Z ステージ 3 0 上に載置する前に、基材 2 上の複数例えば 3 個の基準点 P 0 0、P 0 1、P 0 2 を決定してこの位置を測定しておく (第 1 の測定)。これによって、例えば、基準点 P 0 0 と P 0 1 により X 軸、基準点 P 0 0 と P 0 2 により Y 軸が定義され、3 次元座標系に

おける第 1 の基準座標系が算出される。ここで、第 1 の基準座標系における高さ位置を $H_0(x, y)$ (第 1 の高さ位置) とする。これによって、基材 2 の厚み分布の算出を行うことができる。

【 0 0 8 0 】

一方、基材 2 を XYZ ステージ 3 0 上に載置した後も、同様の処理を行う。すなわち、図 4 (A) に示すように、基材 2 上の複数例えば 3 個の基準点 P_{10} 、 P_{11} 、 P_{12} を決定してこの位置を測定しておく (第 2 の測定)。これによって、例えば、基準点 P_{10} と P_{11} により X 軸、基準点 P_{10} と P_{12} により Y 軸が定義され、3 次元座標系における第 2 の基準座標系が算出される。

【 0 0 8 1 】

さらに、これらの基準点 P_{00} 、 P_{01} 、 P_{02} 、 P_{10} 、 P_{11} 、 P_{12} により第 1 の基準座標系を第 2 の基準座標系に変換するための座標変換行列などを算出して、この座標変換行列を利用して、第 2 の基準座標系における前記 $H_0(x, y)$ に対応する高さ位置 $H_p(x, y)$ (第 2 の高さ位置) を算出して、この位置を最適フォーカス位置、すなわち描画位置として電子ビームの焦点位置が合わされるべき位置とすることとなる。これにより、上述の基材 2 の厚み分布の補正を行うことができる。

【 0 0 8 2 】

なお、上述の第 2 の測定は、電子ビーム描画装置 1 の第 1 の測定手段である測定装置 8 0 を用いて測定することができる。

【 0 0 8 3 】

そして、第 1 の測定は、予め別の場所において他の測定装置を用いて測定しておく必要がある。このような、基材 2 を XYZ ステージ 3 0 上に載置する前に予め基準点を測定するための測定装置としては、上述の測定装置 8 0 と全く同様の構成の測定装置 2 0 0 (第 2 の測定手段) を採用することができる。

【 0 0 8 4 】

この場合、測定装置からの測定結果は、例えば図 3 に示す測定情報入力部 1 5 8 にて入力されたり、制御回路 1 0 0 と接続される不図示のネットワークを介してデータ転送されて、メモリ 1 6 0 などに格納されることとなる。もちろん、こ

の測定装置が不要となる場合も考えられる。

【 0 0 8 5 】

上記のようにして、描画位置が算出されて、電子ビームの焦点位置が制御されて描画が行われることとなる。

【 0 0 8 6 】

具体的には、図 4 (C) に示すように、電子ビームの焦点深度 F Z (ビームウエスト B W) の焦点位置を、3次元基準座標系における単位空間の 1 フィールド ($m=1$) 内の描画位置に調整制御する。(この制御は、上述したように、電子レンズ 1 6 による電流値の調整もしくは X Y Z ステージ 3 0 の駆動制御のいずれか一方又は双方によって行われる。) なお、本例においては、1 フィールドの高さ分を焦点深度 F Z より長くなるように、フィールドを設定してあるがこれに限定されるものではない。ここで、焦点深度 F Z とは、図 2 2 に示すように、電子レンズ 1 6 を介して照射される電子ビーム B において、ビームウエスト B W が有効な範囲の高さを示す。なお、電子ビーム B の場合、図 2 2 に示すように、電子レンズ 1 6 の幅 D、電子レンズ 1 6 よりビームウエスト (ビーム径の最も細い所) B W までの深さ f とすると、 D/f は、0.01 程度であり、例えば 50 nm 程度の解像度を有し、焦点深度は例えば数十 μ 程度ある。

【 0 0 8 7 】

そして、図 4 (C) に示すように、例えば 1 フィールド内を Y 方向にシフトしつつ順次 X 方向に走査することにより、1 フィールド内の描画が行われることとなる。さらに、1 フィールド内において、描画されていない領域があれば、当該領域についても、上述の焦点位置の制御を行いつつ Z 方向に移動し、同様の走査による描画処理を行うこととなる。

【 0 0 8 8 】

次に、1 フィールド内の描画が行われた後、他のフィールド、例えば $m=2$ のフィールド、 $m=3$ のフィールドにおいても、上述同様に、測定や描画位置の算出を行いつつ描画処理がリアルタイムで行われることとなる。このようにして、描画されるべき描画領域について全ての描画が終了すると、基材 2 の表面における描画処理が終了することとなる。

【 0 0 8 9 】

なお、本例では、この描画領域を被描画層とし、この被描画層における曲面部 2 a の表面の曲面に該当する部分を被描画面としている。

【 0 0 9 0 】

さらに、上述のような各種演算処理、測定処理、制御処理などの処理を行う処理プログラムは、プログラムメモリ 1 6 2 に予め制御プログラムとして格納されることとなる。

【 0 0 9 1 】

(ドーズ分布)

図 9 には、本実施の形態の特徴的構成の電子ビーム描画装置の制御系の機能ブロック図が開示されている。

【 0 0 9 2 】

同図に示すように、電子ビーム描画装置 1 のメモリ 1 6 0 には、形状記憶テーブル 1 6 1 を有し、この形状記憶テーブル 1 6 1 には、例えば基材 2 の曲面部 2 a に回折格子を傾けて各ピッチ毎に形成する際の走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性などに関するドーズ分布情報 1 6 1 a、各ピッチ毎に表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量に関するドーズ分布情報 1 6 1 b、ドーズ分布を補正演算したドーズ分布補正演算情報 1 6 1 c、その他の情報 1 6 1 d などが格納されている。なお、ドーズ分布補正演算情報 1 6 1 c とは、ドーズ量などを算出するためのもととなるテーブルないしは演算情報である。

【 0 0 9 3 】

また、プログラムメモリ 1 6 2 には、これらの処理を行う処理プログラム 1 6 3 a (より詳細には、例えば後述する図 1 6 ~ 図 1 8 の S 1 0 1 ~ S 1 1 8 までの一連の処理など)、前記ドーズ分布情報 1 6 1 a、1 6 1 b やドーズ分布補正演算情報 1 6 1 c などの情報をもとに、曲面部 2 a 上の所定の傾斜角度におけるドーズ分布特性など演算により算出するためのドーズ分布演算プログラム 1 6 3 b、その他の処理プログラム 1 6 3 c などを有している。なお、本実施の形態のメモリ 1 6 0 にて本発明の「格納手段」を構成でき、また、本実施の形態のプロ

GRAMメモリ162と制御部170とで本発明の「制御手段」を構成できる。

【0094】

この際、制御手段は、ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材並びに凹凸部分の描画を行うように制御する。あるいは、曲面部に回折格子の少なくとも1ピッチ部分を傾けて形成し、かつ、当該1ピッチ部分に対して表面反射防止用の凹凸を形成する際に、当該凹凸部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の曲面部並びに凹凸部分の描画を行うように制御する。

【0095】

また、制御手段は、前記回折格子に対する描画処理と、前記凹凸部分の描画処理とをほぼ同時に行うように制御し、傾斜部の面積に対する孔部の面積比を所定の比率にて描画するように制御する。

【0096】

さらに、制御手段は、測定手段にて測定された描画位置に基づき、電子レンズの電流値を調整して前記電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御するとともに、前記焦点位置における焦点深度内について、ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材並びに凹凸部分の描画を行うように制御する。

【0097】

また、制御手段は、測定手段にて測定された描画位置に基づき、駆動手段により載置台を昇降させて、電子ビーム照射手段にて照射された電子ビームの焦点位置を前記描画位置に応じて可変制御するとともに、前記焦点位置における焦点深度内について、前記格納手段の前記ドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材並びに凹凸部分の描画を行うように制御する。

【0098】

なおまた、この実施形態においては、ドーズ分布を曲面部2a上の傾斜角度に応じて各々算出する構成としたが、予めある程度の数のものを算出しておいてテーブル化し、当該テーブルを参照することによってドーズ量Dを抽出する構成で

あってももちろんよい。

【 0 0 9 9 】

このような構成を有する制御系において、ドーズ分布情報は予めメモリ 1 6 0 の形状記憶テーブル 1 6 1 などに格納され、処理プログラム 1 6 3 a に基づいて、描画時に当該ドーズ分布情報を抽出し、そのドーズ分布情報によって種々の描画が行われることとなる。

【 0 1 0 0 】

あるいは、制御部 1 7 0 は、処理プログラム 1 6 3 a により所定の描画アルゴリズムを実行しつつ、ドーズ量を算出するルーチンに至ると、ドーズ分布演算プログラム 1 6 3 b を実行し、傾斜角度に応じたドーズ分布を算出するためのある程度の基本的情報、すなわち、ドーズ分布情報 1 6 1 a、1 6 1 b、ドーズ分布補正演算情報 1 6 1 c など格納したテーブルを参照しつつ、対応するドーズ分布特性情報を算出したのち、この算出したドーズ分布特性情報を前記メモリ 1 6 0 の所定の一時記憶領域に格納し、そのドーズ分布特性情報を参照しつつドーズ量を算出して描画を行うといった手法であってもよい。

【 0 1 0 1 】

次に、ドーズ分布特性の具体的な態様について、図 1 9 を参照して説明する。図 1 9 (A) には、描画パターンの形状が、図 1 9 (B) には、当該描画パターンに対応するドーズ分布の特性図が開示されている。同図に示すように、ドーズ分布の特性図におけるドーズ分布 D S は、傾斜部及び側壁部に与えるドーズ分布に加え、孔部を形成するために重ねて与えるドーズを構成している。このようにすることで、傾斜部及び側壁部を形成する際の描画と、反射防止構造の描画とをほぼ同時に（1 回の走査により）行うことが可能となる。

【 0 1 0 2 】

（制御系の具体的構成）

次に、前記円描画を正多角形で近似して直線的に走査する場合の各種処理を行なうための制御系の具体的構成について、図 1 0 を参照しつつ説明する。図 1 0 には、本実施の形態の電子ビーム描画装置の制御系の詳細な構成が開示されている。

【0103】

電子ビーム描画装置の制御系300は、図10に示すように、例えば円描画時に正多角形（不定多角形を含む）に近似するのに必要な（円の半径に応じた）種々のデータ（例えば、ある一つの半径 $k\text{ mm}$ の円について、その多角形による分割数 n 、各辺の位置各点位置の座標情報並びにクロック数の倍数値、さらにはZ方向の位置などの各円に応じた情報等）、さらには円描画に限らず種々の曲線を描画する際に直線近似するのに必要な種々のデータ、各種描画パターン（矩形、三角形、多角形、縦線、横線、斜線、円板、円周、三角周、円弧、扇形、楕円等）に関するデータを記憶する描画パターン記憶手段である描画パターンデータメモリ301と、を含んで構成される。

【0104】

また、制御系300は、前記描画パターンデータメモリ301の描画パターンデータに基づいて、描画条件の演算を行う描画条件演算手段310と、前記描画条件演算手段310から $(2n+1)$ ライン（ $(n=0, 1, 2, \dots)$ である場合は $(2n+1)$ であるが、 $(n=1, 2, \dots)$ である場合は $(2n-1)$ としてもよい）乃ち奇数ラインの描画条件を演算する $(2n+1)$ ライン描画条件演算手段311と、 $(2n+1)$ ライン描画条件演算手段311に基づいて1ラインの時定数を設定する時定数設定回路312と、 $(2n+1)$ ライン描画条件演算手段311に基づいて1ラインの始点並びに終点の電圧を設定する始点／終点電圧設定回路313と、 $(2n+1)$ ライン描画条件演算手段311に基づいてカウンタ数を設定するカウンタ数設定回路314と、 $(2n+1)$ ライン描画条件演算手段311に基づいてイネーブル信号を生成するイネーブル信号生成回路315と、奇数ラインの偏向信号を出力するための偏向信号出力回路320と、を含んで構成されている。

【0105】

さらに、制御系300は、前記描画条件演算手段310から $(2n)$ ライン乃ち偶数ラインの描画条件を演算する $(2n)$ ライン描画条件演算手段331と、 $(2n)$ ライン描画条件演算手段331に基づいて1ラインの時定数を設定する時定数設定回路332と、 $(2n)$ ライン描画条件演算手段331に基づいて1

ラインの始点並びに終点の電圧を設定する始点／終点電圧設定回路 3 3 3 と、(2n) ライン描画条件演算手段 3 3 1 に基づいてカウンタ数を設定するカウンタ数設定回路 3 3 4 と、(2n) ライン描画条件演算手段 3 3 1 に基づいてイネーブル信号を生成するイネーブル信号生成回路 3 3 5 と、偶数ラインの偏向信号を出力するための偏向信号出力回路 3 4 0 と、(2n) ライン描画条件演算手段 3 1 0 に基づいて、次の等高線に移動するときなどにブランキングを行うブランキングアンプ 3 5 0 と、描画条件演算手段 3 1 0 での描画条件と、奇数ラインの偏向信号出力回路 3 2 0 並びに偶数ラインの偏向信号出力回路 3 4 0 からの情報とに基づいて、奇数ラインの処理と偶数ラインの処理とを切り換える切換回路 3 6 0 と、を含んで構成されている。

【 0 1 0 6 】

奇数ラインの偏向信号出力回路 3 2 0 は、走査クロック CL 1 と、カウンタ数設定回路 3 1 4 からの奇数ラインカウント信号 CL 6 と、イネーブル信号発生回路 3 1 5 のイネーブル信号とに基づいてカウント処理を行う計数手段であるカウンタ回路 3 2 1 と、カウンタ回路 3 2 1 からのカウントタイミングと、始点／終点電圧設定回路 3 1 3 での奇数ライン描画条件信号 CL 3 とに基づいて、DA変換を行うDA変換回路 3 2 2 と、このDA変換回路 3 2 2 にて変換されたアナログ信号を平滑化する処理（偏向信号の高周波成分を除去する等の処理）を行う平滑化回路 3 2 3 と、を含んで構成される。

【 0 1 0 7 】

偶数ラインの偏向信号出力回路 3 4 0 は、走査クロック CL 1 と、カウンタ数設定回路 3 3 4 からの偶数ラインカウント信号 CL 7 と、イネーブル信号発生回路 3 3 5 のイネーブル信号とに基づいてカウント処理を行う計数手段であるカウンタ回路 3 4 1 と、カウンタ回路 3 4 1 からのカウントタイミングと、始点／終点電圧設定回路 3 3 3 での偶数ライン描画条件信号 CL 5 とに基づいて、DA変換を行うDA変換回路 3 4 2 と、このDA変換回路 3 4 2 にて変換されたアナログ信号を平滑化する処理を行う平滑化回路 3 4 3 と、を含んで構成される。

【 0 1 0 8 】

なお、これらの制御系 3 0 0 を構成する各部は、いずれも図 3 に示す CPU 等

の制御部170（制御手段）にて制御可能な構成としている。また、これら制御系300は、X偏向用の制御系とY偏向用の制御系を各々形成する構成としてもよい。

【0109】

またなお、本実施形態の描画パターンデータメモリ310と描画条件演算手段310などを含む制御系300で、「演算手段」を構成できる。この「演算手段」は、走査される走査ライン上に、DA変換器の最小時間分解能の整数倍の時間に対応する距離に相当する少なくとも2点の各位置を演算する機能を有する。この場合、制御部170の「制御手段」は、前記演算手段にて演算された各位置間を前記電子ビームによりほぼ直線的に走査するように制御することとなる。また、同様にして、本発明の他の態様の「演算手段」では、略円状に走査される走査ライン上に、DA変換器の最小時間分解能の整数倍の時間に対応する距離を一辺とする多角形の各頂点位置を算出する機能を有する。また、制御手段は、演算手段にて演算された各位置間を前記電子ビームによりほぼ直線的に走査するのは同様である。

【0110】

上記のような構成を有する制御系300は、概略次のように作用する。すなわち、描画条件演算手段310が描画パターンデータメモリ301から直線近似による走査（描画）に必要な情報を取得すると、所定の描画条件の演算処理を行ない、例えば一つの円に対して正多角形の各辺に近似された場合の各辺のうち最初の辺、奇数番目のラインに関する情報は、 $(2n+1)$ ライン描画条件演算手段311へ、次の辺、偶数番目のラインに関する情報は、 $(2n)$ ライン描画条件演算手段331へ各々伝達される。

【0111】

これにより、例えば、 $(2n+1)$ ライン描画条件演算手段311は、奇数ラインに関する描画条件を生成し、走査クロックCL1と生成された奇数ライン描画条件生成信号CL2とに基づいて、偏向信号出力回路320から奇数ライン偏向信号CL9を出力する。

【0112】

一方、例えば、 $(2n)$ ライン描画条件演算手段 3 3 1 は、偶数ラインに関する描画条件を生成し、走査クロック CL 1 と生成された偶数ライン描画条件生成信号 CL 4 とに基づいて、偏向信号出力回路 3 4 0 から偶数ライン偏向信号 CL 1 0 を出力する。

【 0 1 1 3 】

これら奇数ライン偏向信号 CL 9 と偶数ライン偏向信号 CL 1 0 は、描画条件演算手段 3 1 0 のもとに切換回路 3 6 0 によって、その出力が交互に切り換わる。したがって、ある一の円について、正多角形に近似され、各辺が算出されると、ある一つの辺、奇数番目の辺が描画されると、次の辺、偶数番目の辺が描画され、さらに次ぎの辺、奇数番目の辺が描画される、という具合に交互に各辺が直線的に描画（走査）されることとなる。

【 0 1 1 4 】

そして、ある一の円について描画が終了すると、描画条件演算手段 3 1 0 は、その旨をブランキングアンプ 3 5 0 に伝達し、他の次の円を描画するように促す処理を行なう。このようにして、各円について多角形で近似した描画を行うこととなる。

【 0 1 1 5 】

（本実施の形態の特徴）

次に、反射防止構造を構成することにより、表面反射率を低減できる根拠、乃ち、曲面部上の各位置と表面反射率との関係について説明する。

【 0 1 1 6 】

図 1 1 ～図 1 4 には、基材の曲面部上の中心位置から周辺部に向かうに従い表面反射率が変化する様子が、通常のレンズ（図 1 1）、回折格子（ピッチ 20μ ）付きレンズ（図 1 2）、回折格子（ピッチ 3μ ）付きレンズ（図 1 3）、反射防止構造を備えた回折格子（ピッチ 3μ ）付きレンズ（図 1 4）の場合の各々について開示されている。

【 0 1 1 7 】

なお、これらの各特性を算出するに際し、図 1 5 に示される各種の条件設定が行われる。乃ち、屈曲率を 1.5 とし、非クラスター部の面積比（孔部に対する

傾斜部の割合)を S とし、回折格子面の角度を β とし、角度 ϕ (基材の曲面部上のラジアル位置)とした場合に、 $Ref\ p$ 、 $Ref\ s$ 、 $Ref\ A$ は、各々図示に示す各式(13)～式(15)により算出される(ステップ、以下「S」11)。ただし、屈折角 χ は式(12)により、 ϕ は式(11)により各々算出されるものとする。

【0118】

次に、このような前提の下、通常のレンズの場合には、 $S=1$ 、 $\beta=0$ とし、 ϕ を $0\sim45$ とした場合の $Ref\ p$ 、 $Ref\ s$ 、 $Ref\ A$ を各々算出して(S12)、その結果が図11に示す図となる。

【0119】

同様にして、回折格子(ピッチ 20μ)付きレンズの場合には、 $S=1$ 、 $\beta=3$ とし、 ϕ を $0\sim45$ とした場合の $Ref\ p$ 、 $Ref\ s$ 、 $Ref\ A$ を各々算出して(S13)、その結果が図12に示す図となる。

【0120】

また、回折格子(ピッチ 3μ)付きレンズの場合には、 $S=1$ 、 $\beta=20$ とし、 ϕ を $0\sim45$ とした場合の $Ref\ p$ 、 $Ref\ s$ 、 $Ref\ A$ を各々算出して(S14)、その結果が図13に示す図となる。

【0121】

さらに、反射防止構造を有する回折格子(ピッチ 3μ)付きレンズの場合には、 $S=0.7$ 、 $\beta=20$ とし、 ϕ を $0\sim45$ とした場合の $Ref\ p$ 、 $Ref\ s$ 、 $Ref\ A$ を各々算出して(S15)、その結果が図14に示す図となる。

【0122】

これらの図に示されるように、通常のレンズや、回折格子面があまり傾斜しておらず1ピッチの幅が大きい場合には、表面反射率の変化は微差であるが、図13に示すように、回折格子面が傾斜し(図2を想定)、1ピッチの幅が小さい場合には、表面反射率は、周辺部に向かうに従い急激に上昇することとなる。また、偏向の向きにより透過率の違いも顕著となる。

【0123】

一方、本実施の形態のように反射防止構造を設けた場合には、図14に示すよ

うに、回折格子面が傾斜し1ピッチの幅が小さい場合であっても、表面反射率は、周辺部に向かうに従い急激に上昇することはない。ただし、孔部の面積比を30%前後であるものとしている。

【0124】

これにより、高密度な回折格子構造はそのままでは表面反射が大きくなるが、サブ波長オーダーの光の集団的な作用により、前記反射防止構造3baとして、連続的な屈折率分布をもたせる事により、回折格子構造においても表面反射を防止させることができる。

【0125】

この反射防止構造としては、上述したように種々のものが考えられるが、特に深さ方向に向かうに従い先細るテーパを有する孔部を複数形成し、面積比を傾斜部の30%程度とすることが、図14に示すように表面反射率の低減に顕著となる。

【0126】

(処理手順について)

次に、上述のような構成を有する基材を、3次元的に描画可能な電子ビーム描画装置を用いて作成する際の処理手順について、図16～図18を参照しつつ説明する。

【0127】

まず、母型材(基材)をSPDT(Single Point Diamond Turning:超精密加工機によるダイヤモンド切削)により非球面の加工を行う際に、同心円マークの同時加工を実施する(ステップ、以下「S」101)。この際、光学顕微鏡で、例えば $\pm 1 \mu$ 以内の検出精度の形状が形成されることが好ましい。

【0128】

次に、FIBにて例えば3箇所にアライメントマークを付ける(S102)。ここに、十字形状のアライメントマークは、電子ビーム描画装置内で $\pm 20 \text{ nm}$ 以内の検出精度を有することが好ましい。

【0129】

さらに、前記アライメントマークの、同心円マークとの相対位置を光学顕微鏡にて観察し、非球面構造の中心に対する位置を測定し、データベース (DB) (ないしはメモリ (以下、同)) へ記録しておく (S103)。なお、この測定精度は、 $\pm 1 \mu$ 以内であることが好ましく、中心基準とした3つのアライメントマークの位置、 $x_1 y_1$ 、 $x_2 y_2$ 、 $x_3 y_3$ をデータベース (DB) へ登録する。

【0130】

また、レジスト塗布／ベーク後の母型 (基材) の各部の高さとアライメントマークの位置 (X_n 、 Y_n 、 Z_n) を測定しておく (S104)。ここで、中心基準で補正した母型 (基材) : 位置テーブル Tbl1 (OX、OY、OZ)、アライメントマーク : OA (X_n 、 Y_n 、 Z_n) (いずれも 3×3 行列) を、データベース (DB) へ登録する。

【0131】

次に、斜面測定用の測定装置 (高さ検出器) の測定ビームの位置に電子線のビームをフォーカスしておく等その他各種準備処理を行う (S105)。

【0132】

この際、ステージ上に取り付けたEB (電子ビーム) フォーカス用針状の較正器に高さ検出用の測定ビームを投射すると共に、SEMモードにて電子ビーム描画装置で観察し、フォーカスを合わせる。

【0133】

次いで、母型 (基材) を電子ビーム描画装置内へセットし、アライメントマークを読み取る (XX_n 、 YY_n 、 ZZ_n) (S106)。この際に、電子ビーム描画装置内においては、S106に示されるような各値をデータベース (DB) に登録することとなる。

【0134】

さらに、母型 (基材) の形状から、最適なフィールド位置を決定する (S107)。ここで、フィールドは同心円の扇型に配分するフィールド同士は、若干重なりを持たせる。そして、中央で第一輪帯内はフィールド配分しない。

【0135】

そして、各フィールドについて、隣のフィールドのつなぎアドレスの計算を行う（S108）。この計算は平面として計算を行う。なお、多角形の1つの線分は、同一フィールド内に納める。ここに、「多角形」とは、上述の制御系の項目で説明したように、円描画を所定の n 角形で近似した場合の少なくとも1本の描画ラインをいう。

【0136】

次に、対象とするフィールドについて、焦点深度領域の区分として、同一ラインは、同じ区分に入るようにする。また、フィールドの中央は、焦点深度区分の高さ中心となる（S109）。ここに、高さ 50μ 以内は、同一焦点深度範囲とする。

【0137】

次いで、対象とするフィールドについて、同一焦点深度領域内での (x, y) アドレスの変換マトリクス (X_c, Y_c) を算出する（S110）。この X_c 、 Y_c は各々図示の式（16）の通りとなる。

【0138】

さらに、対象とするフィールドについて、となりとのつなぎアドレスを換算する（S111）。ここで、S108にて算出したつなぎ位置をS110の式（16）を用いて換算する。

【0139】

そして、対象とするフィールドについて、中心にXYZステージを移動し、高さをEB（電子ビーム）のフォーカス位置に設定する（S112）。つまり、XYZステージにてフィールド中心にセットする。また、測定装置（高さ検出器）の信号を検出しながら、XYZステージを移動し、高さ位置を読み取る。

【0140】

また、対象とするフィールドについて、一番外側（ m 番目）の同一焦点深度内領域の高さ中心に電子ビーム（EB）のフォーカス位置に合わせる（S113）。具体的には、テーブルBを参照し、XYZステージを所定量フィールド中心の高さ位置との差分を移動する。

【0141】

次に、対象とする同一焦点深度内について、一番外側（ n 番目）のラインのドーズ量及び多角形の始点、終点の計算をする。なお、スタート（始点）、エンド（終点）は、隣のフィールドとのつなぎ点とする（S114）。この際、始点、終点は整数にするものとし、ドーズ量は、ラジアル位置（入射角度）で決まった最大ドーズ量と格子の位置で決められた係数に最大ドーズ量を掛け合わせたもので表される。

【0142】

次いで、S114で与えられたドーズによって決定される、ドーズ分布 $DS(x, y)$ で、面積比 $S\%$ の領域にドーズを重ねて与える（S115）。この際、近接効果を含め、この追加ドーズの広がり、ブレードの斜面（傾斜部）に収まるようにする。また、斜面（傾斜部）のうち浅い部分（頂部）については、ドーズ分布 DS は、ブロード、深い部分（溝部）はシャープにし、例えば、図19（B）に示すようなドーズ分布とするのが好ましい。

【0143】

これにより、当該ドーズ分布を与えることにより、回折格子構造の描画と反射防止構造の描画とをほぼ同時に（1回の走査によってともに）描画することができる。そして、上記S113からS115を規定回数実施する（S116）。

【0144】

次に、XYZステージの移動、次のフィールドの描画を行う準備を行う（S117）。この際、フィールド番号、時間、温度などデータベース（DB）への登録を行う。

【0145】

このようにして、前記S119からS117を規定回数実施する（S118）ことで、電子ビームにより曲面部に回折格子構造を有する基材への反射防止構造（クラスター）の形成を行うことができる。

【0146】

以上のように本実施の形態によれば、高密度な回折格子構造はそのままでは表面反射が大きくなるが、サブ波長オーダーの光の集団的な作用により、曲面部上に回折格子構造を有する基材上に前記反射防止構造として、連続的な屈折率分布

をもたせる孔部を形成することにより、反射を防止させることができる。

【 0 1 4 7 】

また、高密度化に伴い、曲面部の曲率が大きくなったとしても、周辺部での表面反射を低減し、偏向の向きによる透過率の違いも低減できる。これにより、検出信号の読み取り処理においてピックアップ機能の低下が生じない。

【 0 1 4 8 】

さらに、DVD、CD互換、収差補正のために、回折格子を付与したものに関しても、格子密度による入射角度の増大に起因するピックアップ機能の低下を取り除くことができる。

【 0 1 4 9 】

なお、前記反射防止構造としては、上述したように種々のものが考えられるが、特に深さ方向に向かうに従い先細るテーパを有する孔部を複数形成し、面積比を傾斜部の30%程度とすることが、表面反射率の低減に顕著となる。

【 0 1 5 0 】

〔第2の実施の形態〕

次に、本発明にかかる第2の実施の形態について、図20～図21に基づいて説明する。なお、以下には、前記第1の実施の形態の実質的に同様の構成に関しては説明を省略し、異なる部分についてのみ述べる。

【 0 1 5 1 】

上述の第1の実施の形態では、電子ビームにより基材上に反射防止構造を含む回折格子などの精密加工を施す工程を開示したが、本実施の形態では、上記工程を含むプロセス全体の工程、特に、光学素子等の光レンズを射出成形によって製造するための金型等を製造する工程を説明する。

【 0 1 5 2 】

先ず、機械加工により金型（無電解ニッケル等）の非球面加工を行う（加工工程）。次に、図20（A）に示すように、金型により前記半球面を有する基材200の樹脂成形を行う（樹脂成形工程）。さらに、基材200を洗浄した後に乾燥を行う。

【 0 1 5 3 】

次いで、樹脂の基材 2 0 0 の表面上の処理を行う（樹脂表面処理工程）。この工程では、例えば Au 蒸着などの工程を行うこととなる。具体的には、図 2 0 （B）に示すように、基材 2 0 0 の位置決めを行い、レジスト L を滴下しつつスピナーを回転させて、スピコートを行う。また、プリベークなども行う。

【 0 1 5 4 】

スピコーティングの後には、当該レジスト膜の膜厚測定を行い、レジスト膜の評価を行う（レジスト膜評価工程）。そして、図 2 0 （C）に示すように、基材 2 0 0 の位置決めを行い、当該基材 2 0 0 を X、Y、Z 軸にて各々制御しつつ前記第 1 の実施の形態のように 3 次元の電子ビームにより反射防止構造 2 0 2 b b を含む回折格子構造を有する曲面部の描画を行う（描画工程）。

【 0 1 5 5 】

次に、基材 2 0 0 上のレジスト膜 L の表面平滑化処理を行う（表面平滑化工程）。さらに、図 2 0 （D）に示すように、基材 2 0 0 の位置決めなどを行いつつ、現像処理を行う（現像工程）。さらにまた、表面硬化処理を行う。

【 0 1 5 6 】

次いで、SEM 観察や膜厚測定器などにより、レジスト形状を評価する工程を行う（レジスト形状評価工程）。

【 0 1 5 7 】

さらに、その後、基材 2 0 0 のレジスト表面への金属 2 0 2 の蒸着を行う（金属蒸着工程）。そして、ドライエッチングなどによりエッチング処理を行う。

【 0 1 5 8 】

この際、回折格子構造の金属 2 0 2 の D 部を拡大すると、傾斜部 2 0 2 b 及び側壁部 2 0 2 a からなる複数のブレードにて回折格子構造が形成されており、さらに傾斜部 2 0 2 b には、深さ方向に向かうに従い先細るテーパを有した複数の孔部 2 0 2 b b からなる反射防止構造が形成される。この複数の孔部 2 0 2 b b は、傾斜部 2 0 2 b の面積の約 3 0 %（さらに好ましくは、ほぼ 2 0 % ～ 4 0 % の範囲）を形成している。このブレードは、周辺部に向かうに従い回折格子面の角度が急となるため、孔部のテーパの角度も回折格子面の角度変化に応じて変化する角度にて形成することが好ましい。

【0159】

次に、表面処理がなされた基材200に対する金型204を作成するために、図21(A)に示すように、金型電鍍前処理を行った後、電鍍処理などを行い、図21(B)に示すように、基材200と金型204とを剥離する処理を行う。

【0160】

表面処理がなされた基材と剥離した金型204に対して、表面処理を行う（金型表面処理工程）。そして、金型204の評価を行う。

【0161】

この際、金型204には、B部を拡大して示すと、前記基材200のブレードに対応するように、凹部205が形成され、これら各凹部205には、前記基材200の傾斜部202bの孔部形状に対応するように、複数の凸部206が形成されることとなる。

【0162】

このようにして、評価後、当該金型204を用いて、図21に示すように、射出成形により成形品を作成する。その後、当該成形品の評価を行う。

【0163】

この際、図21(C)に示すように、射出成形品210には、前記第1の実施の形態の基材同様の構成が完成され、曲面部上に複数のブレードからなる回折格子構造211が形成される。そして、C部を拡大して示すと、回折格子の1つのピッチが側壁部212b及び傾斜部212aからなるブレードを構成し、この傾斜部212aには、サブミクロン単位の径を有する複数の孔部213からなる反射防止構造が構成される。

【0164】

以上のように、本実施の形態によれば、前記第1の実施の形態の基材として光学素子（例えばレンズ）を形成する場合に、3次元描画装置を用い回折格子を描画する際にあわせ、サブ波長オーダーのクラスター構造を描画し、金型形状として反射防止構造を成形させる様にし、当該光学素子を金型を用いて射出成形により製造できるため、製造にかかるコストダウンを図ることができる。また、金型として反射防止機能を持った構造を附加することにより、レンズを射出成形する

際に、同時に機能附加でき、プロセスの追加の必要がない。このため、金型自体のコストアップ、ショット可能数（100万回程度）が増大するものの、従来のようにレンズ1つ1つに蒸着プロセスを実施する場合に比べると大幅なコストダウン、工数の低減を図ることができる。

【0165】

さらに、プラスチックレンズの射出成型の過程で、反射防止用の微細構造を同時に作り込むことができるので、誘電体の蒸着工程が不要になり、光学部品の低コスト化につながる。

【0166】

特に、回折格子構造を持たない、射出成形で作成されるレンズにも適用でき、蒸着などのステップを除くことにより、大幅なコスト低減を行うことが可能である。

【0167】

〔第3の実施の形態〕

次に、本発明にかかる第3の実施の形態について、図23に基づいて説明する。図23は、本発明に係る第3の実施の形態を示す機能ブロック図である。

【0168】

本実施の形態においては、上述の電子ビーム描画装置にて描画された被描画基材（基材）（ないしは射出成形により樹脂成形された成形品である光学素子）を用いた電子機器の一例である光ピックアップ装置の一例を開示している。

【0169】

図23において、光ピックアップ装置400は、半導体レーザー401、コリメートレンズ402、分離プリズム403、対物レンズ404、DVD、CD等の光磁気ディスク405（光磁気記録媒体）、1/2波長板406、偏光分離素子407、集光レンズ408、シリンドリカルレンズ409、分割光検出器410を有する。

【0170】

このうち、本実施の形態においては、上述の各実施の形態の反射防止構造を含む光学素子を、（回折格子構造の有無、曲面部の有無は問わない）例えば、コリ

メータレンズ402、対物レンズ404、集光レンズ408、シリンドリカルレンズ409などのいずれか又は全てに適用することが好ましい。

【0171】

上記のような構成を有する光ピックアップ装置400において、半導体レーザー1からのレーザー光は、コリメートレンズ2で平行光となり、分離プリズム3で対物レンズ4側に反射され、対物レンズ4によって回折限界まで集光されて光磁気ディスク5（光磁気記録媒体）に照射される。

【0172】

光磁気ディスク5からのレーザー反射光は、対物レンズ4に入光して再び平行光となり、分離プリズム3を透過し、更に、1/2波長板6を透過し偏光方位を45度回転した後、偏光分離素子7に入射し、この偏光分離素子7で、光路が近接したP、S両偏光からなる2つの光束に分離される。前記P、S両偏光の光束はそれぞれ集光レンズ8、シリンドリカルレンズ9によって集光されて、分割光検出器10の分離受光領域（受光素子）にそれぞれのスポットを形成する。

【0173】

以上のように本実施の形態においては、レンズ周辺部での表面反射の低減に加えて、偏向の向きによる透過率の違も低減でき、検出信号の読み取り処理においてピックアップ機能の低下が生じ得ない。なお、DVD、CD互換、収差補正のために、回折格子を付与したものは、格子密度があり、さらに入射角度の増え方が大きくなり表面反射に基づくピックアップ機能低下の影響が大きくなることが考えられるが、このような場合であっても、ピックアップ機能が低下する事態を回避することができる。

【0174】

なお、本発明にかかる装置と方法は、そのいくつかの特定の実施の形態に従って説明してきたが、当業者は本発明の主旨および範囲から逸脱することなく本発明の本文に記述した実施の形態に対して種々の変形が可能である。例えば、上述の各実施の形態では、一面に曲面部を有する基材の曲面部上の回折格子の傾斜部上に反射防止構造を形成する場合について説明したが、一面が平面の基材上に反射防止構造を形成する場合であってももちろんよい。さらに、これに限らず、平

面部上に回折格子を形成し、この回折格子の傾斜部上に反射防止構造を形成する場合も含む。

【0175】

また、傾斜部上に形成される複数の孔部の面積比をほぼ30%程度に形成する場合について例示したが、これに限定されるものではなく、20%、40%、50%、60%、・・・等であってももちろんよい。また、各ピッチの傾斜部に応じて異なるように形成してもよい。

【0176】

さらに、反射防止構造としては、孔部に深さ方向に向かうに従い先細るテーパを有する構成としてが、これに限定されるものではなく、要は、複屈折可能な凹凸が形成されていればよく、例えば凸部を形成したり、孔部と凸部の組み合わせにより形成してもよい。また、各1ピッチによって孔部であったり、凸部であったり異なるように構成してもよい。

【0177】

当然のことながら、これら基材ないしは光学素子の形状に応じて金型の形状もそれに対応すうよう変更する必要がある。

【0178】

さらに、上述の実施の形態では、光レンズ等の光学素子の基材を、直接描画する場合について説明したが、樹脂等の光レンズを射出成形により形成するための成形型（金型）を加工する場合に、上述の原理や処理手順、処理手法を用いてもよい。

【0179】

また、基材としては、DVDやCDなどに用いられるピックアップレンズの例を開示したが、回折格子のない対物レンズ、回折格子ピッチ 20μ のDVD-C互換レンズ、回折格子ピッチ 3μ の高密度ブルーレーザー互換対物レンズなどに適用することも可能である。

【0180】

さらに、基材として光学素子を用いる場合に、当該基材を有する電子機器としては、上述したDVD、CD等の読取装置に限らず、多の種々の光学機器であっ

てもよい。

【 0 1 8 1 】

さらに、上述の実施の形態では、傾斜部及び側壁部の回折格子構造の描画と、反射防止構造の描画とを1回の走査で描画する手順について説明したが、このような手順に限らず、反射防止構造が孔部などにより構成される場合には、先ず回折格子構造の描画を行った後に、反射防止構造の描画を行うようにしてもよい。

【 0 1 8 2 】

また、少なくとも曲面部を有する基材に対して、回折格子の少なくとも1ピッチ部分を傾けて形成する場合、基材に少なくとも溝部（あるいは稠密なピッチで溝部が形成される場合）を有する構成であってもよい。さらに、基材としては、曲面部を有しなくとも、少なくとも傾斜面が形成されているものであってもよい。また、基材が平面あるいは傾斜面であって、電子ビームを所定角度で傾斜した状態で照射する場合であってもよい。

【 0 1 8 3 】

また、基材上の複数の基準点を測定し、この測定結果に基づき基準座標系を算出し、この座標系をもとに基材の厚み分布を測定するステップを、電子ビーム照射中に行う構成としてもよい。さらに、厚み分布に基づき、最適焦点位置を算出する算出ステップ並びに描画位置に当該焦点位置を合わせるように調整するステップを、電子ビーム照射中に行う構成としてもよい。この場合、ある一の描画位置にて描画を行っている電子ビーム照射中に、他の描画位置での前記焦点位置の算出等の演算処理を行いつつ、次に電子ビーム照射に備える構成とすることが好ましい。また、電子ビーム照射中に算出ステップにて算出できるものとしては、基材の厚み分布の他、厚み分布の補正等の処理も含まれる。

【 0 1 8 4 】

また、上述の第1の実施の形態の電子ビーム描画装置において処理される処理プログラム、説明された処理、メモリ内のデータ（各種テーブル等）の全体もしくは各部を情報記録媒体に記録した構成であってもよい。この情報記録媒体としては、例えばROM、RAM、フラッシュメモリ等の半導体メモリ並びに集積回路等を用いてよく、さらに当該情報を他のメディア例えばハードディスク等に記

録して構成して用いてよい。

【0185】

また、反射防止構造として、曲面部に光が入射する場合について説明したが、光が出射する場合や、それらの組み合わせすなわち、入出射する場合であってもよい。

【0186】

さらに、上記実施形態には種々の段階が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。つまり、上述の各実施の形態同士、あるいはそれらのいずれかと各変形例のいずれかとの組み合わせによる例をも含むことは言うまでもない。また、実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除された構成であってもよい。

【0187】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、曲面部上に回折格子構造を有する基材上に反射防止構造として、連続的な屈折率分布をもたせる凹凸を形成することにより、反射を防止させることができる。さらに、回折格子構造を持たない基材にも適用できる。

【0188】

また、高密度化に伴い、曲面部の曲率が大きくなったとしても、周辺部での表面反射を低減し、偏向の向きによる透過率の違いも低減できる。これにより、検出信号の読み取り処理においてピックアップ機能の低下が生じない。さらに、回折格子を付与したものに関しても、格子密度による入射角度の増大に起因するピックアップ機能の低下を取り除くことができる。

【0189】

なお、前記反射防止構造としては、種々のものが考えられるが、特に深さ方向に向かうに従い先細るテーパを有する孔部を複数形成することが、表面反射率の低減に顕著となる。

【0190】

また、基材を金型を用いて射出成形により製造できるため、製造にかかるコス

トダウンを図ることができる。この基材を射出成形する際には、同時に反射防止機能の附加を行うことができ、プロセスの追加の必要がない。このため、従来のようにレンズ1つ1つに蒸着プロセスを実施する場合に比べると大幅な製造コストの低減並びに、工数の低減を図ることができ、光学部品の低コスト化につながる。

【 0 1 9 1 】

加えて、偏向の向きによる透過率の違も低減でき、検出信号の読み取り処理においてピックアップ機能の低下が生じ得ない。なお、DVD、CD互換、収差補正のために、回折格子を付与したものは、格子密度があり、さらに入射角度の増え方が大きくなり表面反射に基づくピックアップ機能低下の影響が大きくなることが考えられるが、このような場合であっても、ピックアップ機能が低下する事態を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の基材の概略構成の一例を示す説明図である。

【図 2】

図 1 の基材の要部を詳細に示す説明図である。

【図 3】

本発明の電子ビーム描画装置の全体の概略構成を示す説明図である。

【図 4】

同図 (A) (B) は、図 3 の電子ビーム描画装置にて描画される基材を示す説明図であり、同図 (C) は、描画原理を説明するための説明図である。

【図 5】

測定装置の原理を説明するための説明図である。

【図 6】

同図 (A) ~ (C) は、基材の面高さを測定する手法を説明するための説明図である。

【図 7】

測定装置の投光と受光との関係を示す説明図である。

【図 8】

信号出力と基材の高さとの関係を示す特性図である。

【図 9】

電子ビーム描画装置において、所定のドーズ分布にて描画を行うための制御系の詳細を示す機能ブロック図である。

【図 1 0】

電子ビーム描画装置のさらに詳細な制御系の構成を示す機能ブロック図である。

【図 1 1】

基材上のラジアル位置と表面反射率との関係を示した特性図である。

【図 1 2】

基材上のラジアル位置と表面反射率との関係を示した特性図である。

【図 1 3】

基材上のラジアル位置と表面反射率との関係を示した特性図である。

【図 1 4】

基材上のラジアル位置と表面反射率との関係を示した特性図である。

【図 1 5】

特性図を算出するための条件を説明するための説明図である。

【図 1 6】

本発明の電子ビーム描画装置にて基材を描画する場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 1 7】

本発明の電子ビーム描画装置にて基材を描画する場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 1 8】

本発明の電子ビーム描画装置にて基材を描画する場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図 1 9】

同図 (A) は、描画パターンを示す説明図であり、同図 (B) は、ドーズ分布

を示す説明図である。

【図 2 0】

同図 (A) ~ (D) は、基材を用いて成形用の金型を形成する場合の全体の処理手順を説明するための説明図である。

【図 2 1】

同図 (A) ~ (C) は、基材を用いて成形用の金型を形成する場合の全体の処理手順を説明するための説明図である。

【図 2 2】

電子ビーム描画装置におけるビームウエストを説明するための説明図である。

【図 2 3】

本発明の基材を利用した光ピックアップ装置の概略を示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 電子ビーム描画装置
- 2 基材 (被描画基材)
- 3 a 側壁部
- 3 b 傾斜部
- 3 b b 孔部
- 1 0 鏡筒
- 1 2 電子銃
- 1 4 スリット
- 1 6 電子レンズ
- 1 8 アパーチャー
- 2 0 偏向器
- 2 2 補正用コイル
- 3 0 X Y Z ステージ
- 4 0 ロード
- 5 0 ステージ駆動手段
- 6 0 ロード駆動装置
- 7 0 真空排気装置

- 8 0 測定装置
- 8 2 第 1 のレーザ測長器
- 8 4 第 1 の受光部
- 8 6 第 2 のレーザ測長器
- 8 8 第 2 の受光部
- 1 0 0 制御回路
- 1 1 0 コイル制御部
- 1 1 2 a 成形偏向部
- 1 1 2 b 副偏向部
- 1 1 2 c 主偏向部
- 1 1 6 位置誤差補正回路
- 1 1 8 電界制御回路
- 1 2 0 パターン発生回路
- 1 3 0 第 1 のレーザ駆動制御回路
- 1 3 2 第 2 のレーザ駆動制御回路
- 1 3 4 第 1 のレーザ出力制御回路
- 1 3 6 第 2 のレーザ出力制御回路
- 1 4 0 第 1 の測定算出部
- 1 4 2 第 2 の測定算出部
- 1 5 0 ステージ制御回路
- 1 5 2 ロータ制御回路
- 1 5 4 機構制御回路
- 1 5 6 真空排気制御回路
- 1 5 8 測定情報入力部
- 1 6 0 メモリ
- 1 6 2 プログラムメモリ
- 1 7 0 制御部
- 3 0 0 制御系
- 3 1 1 ビーム径関連情報格納部

3 1 2 ビーム径上限値情報

3 1 3 ビーム径下限値情報

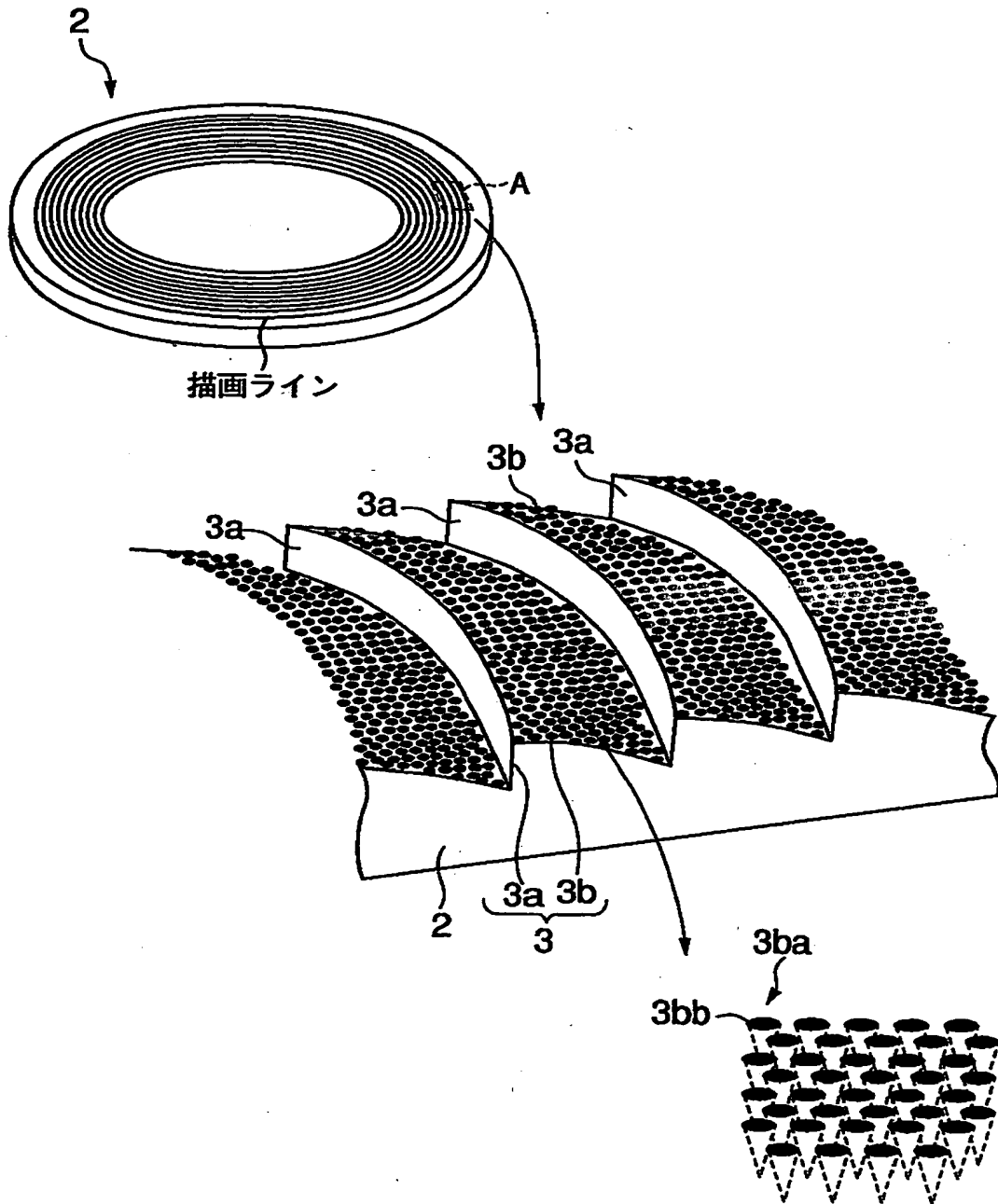
3 3 0 ビーム径設定手段

3 4 0 ビーム径制御手段

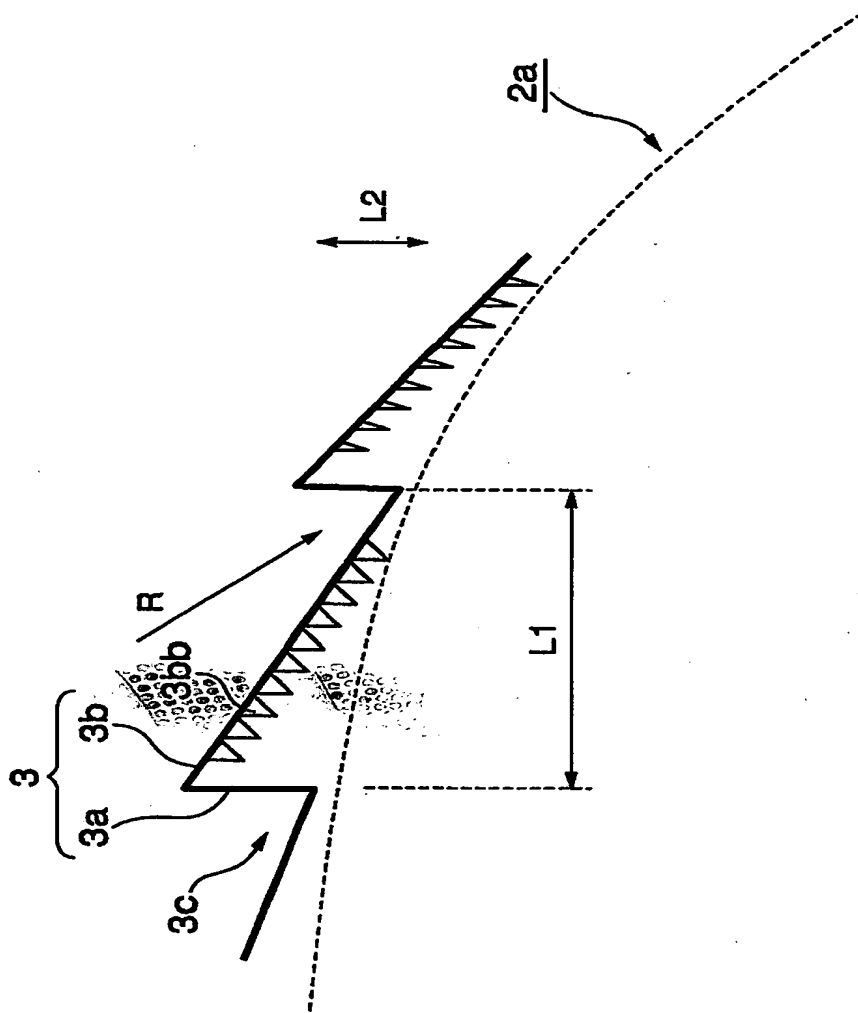
【書類名】

図面

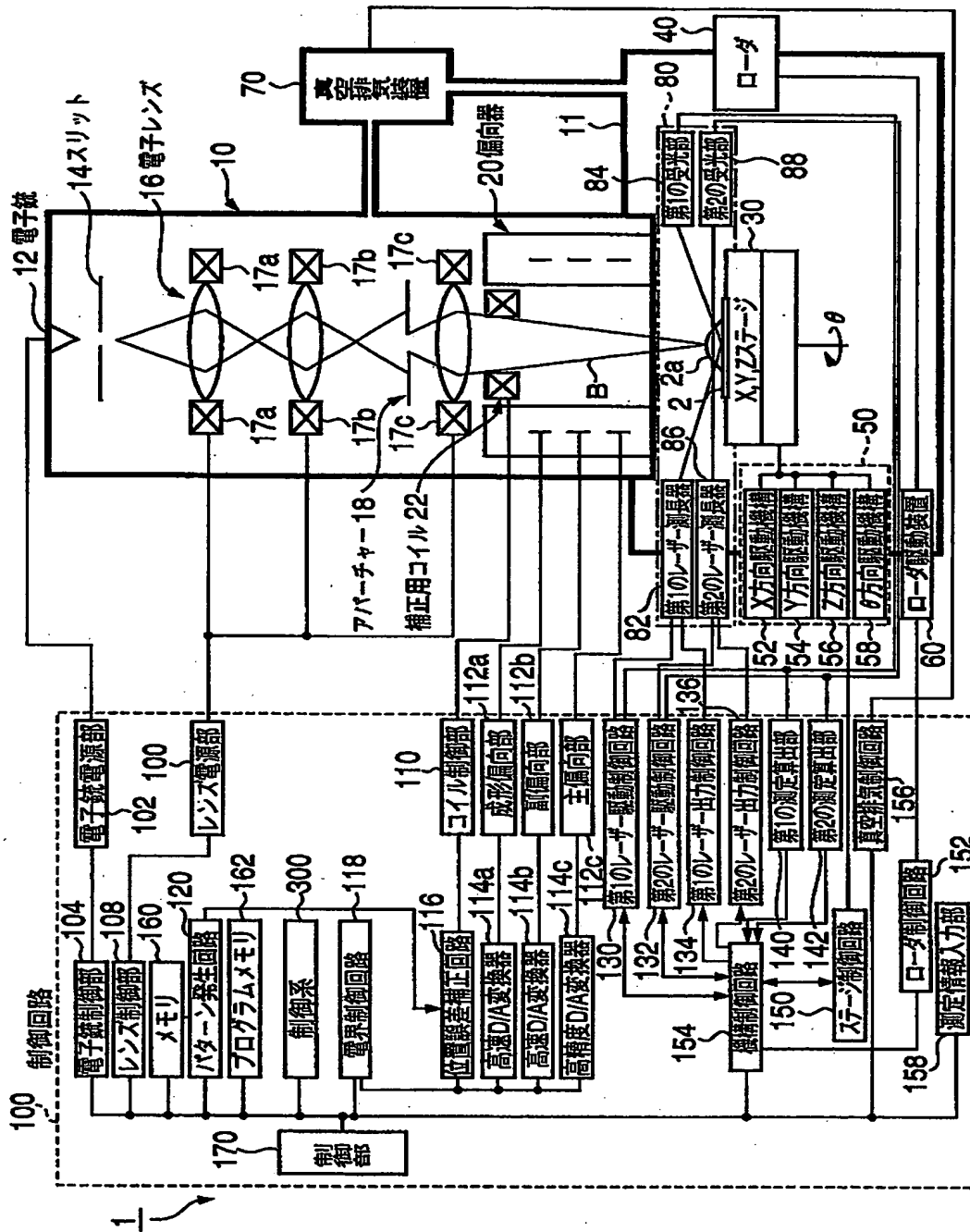
【図1】



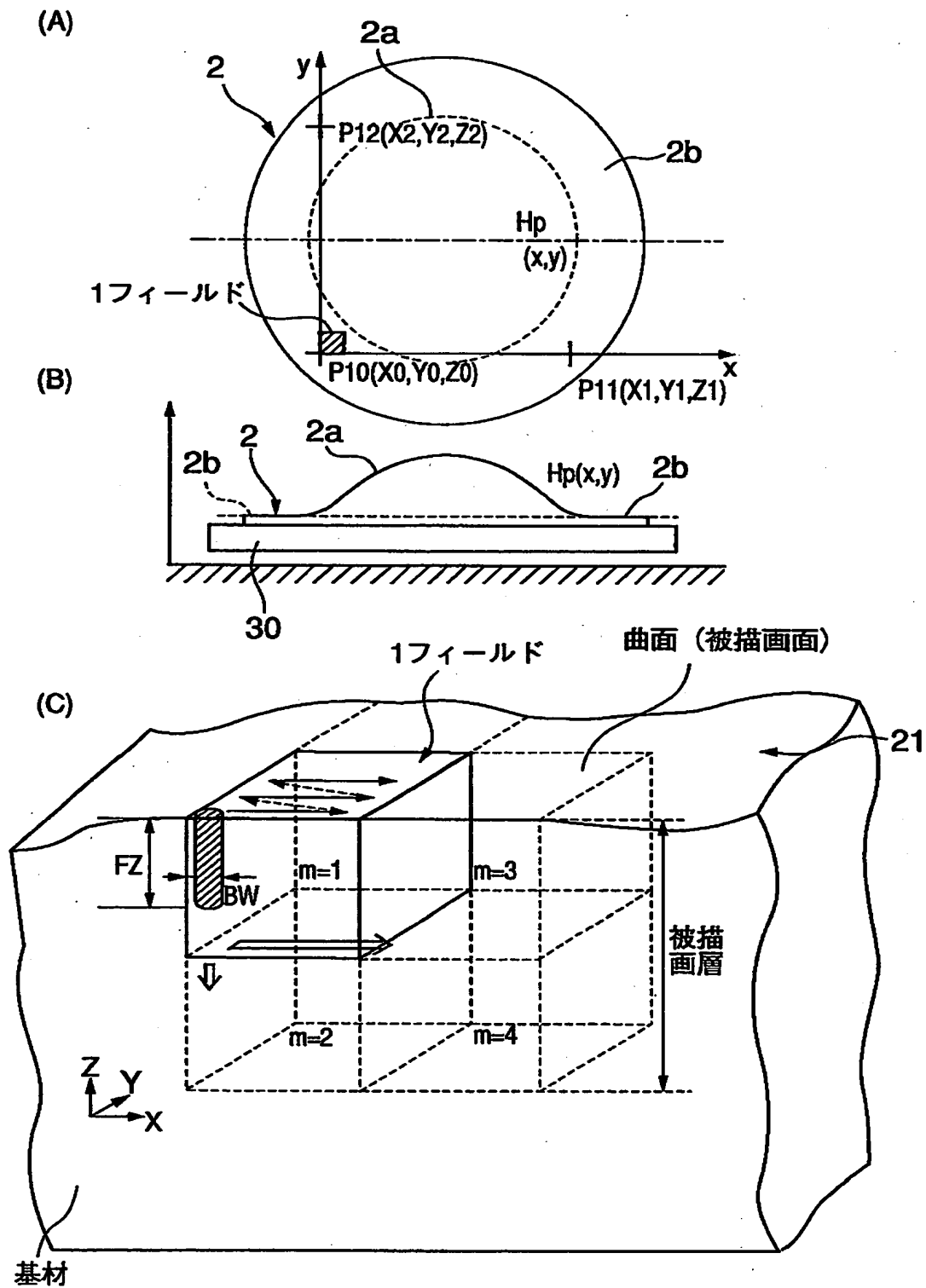
【図 2】



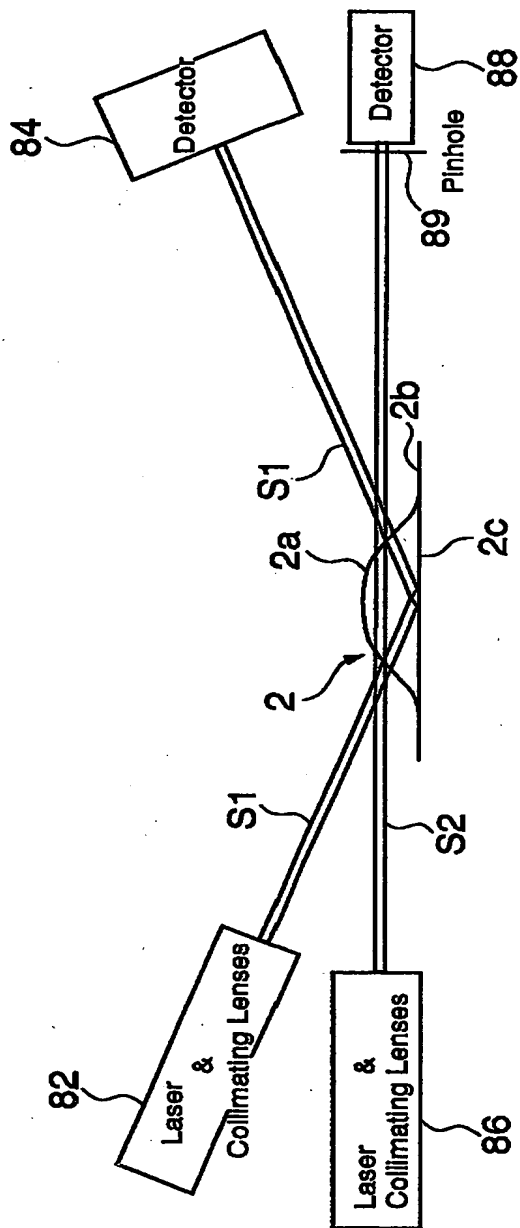
【図 3】



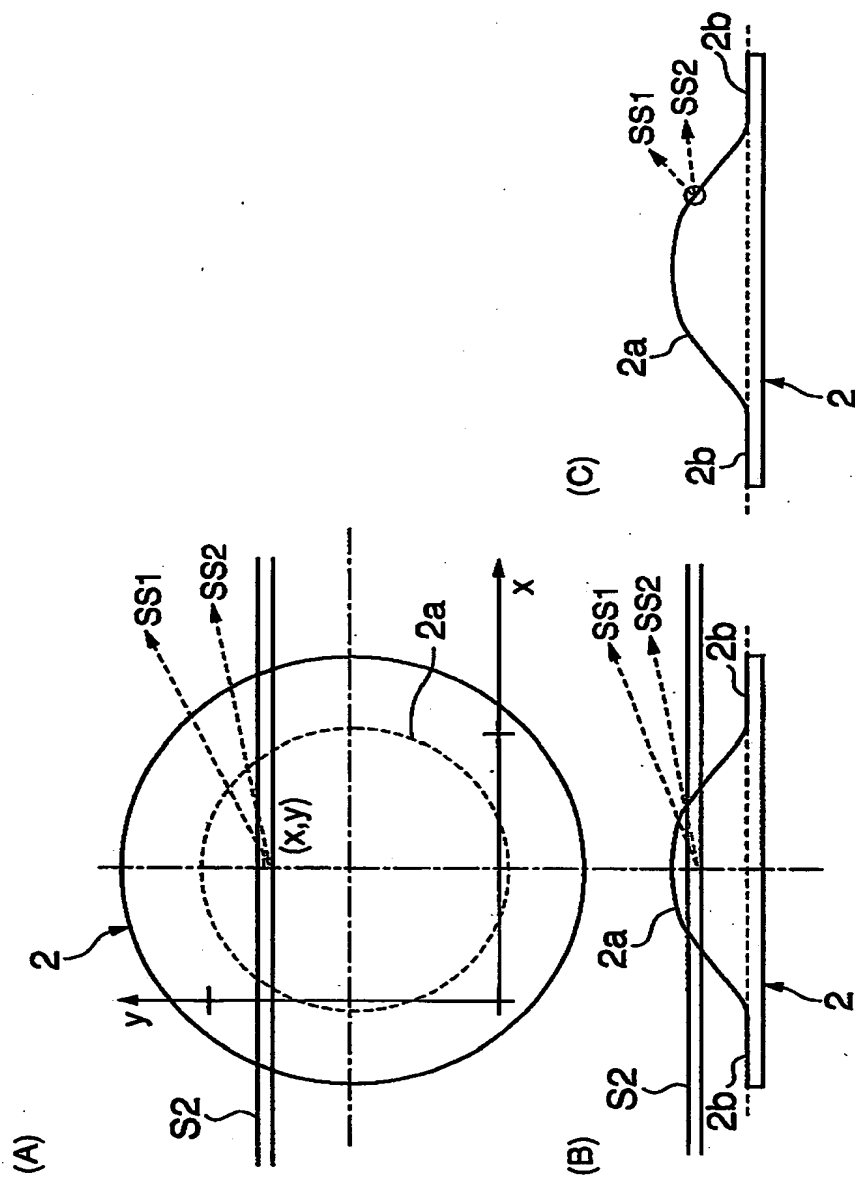
【図4】



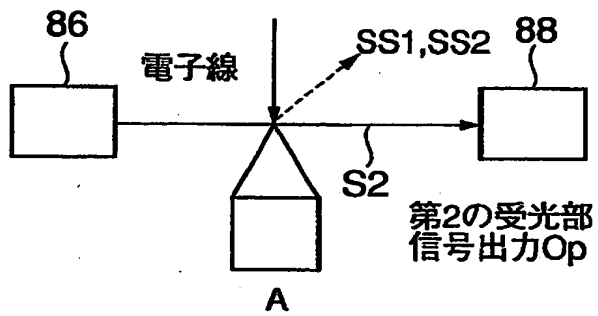
【図 5】



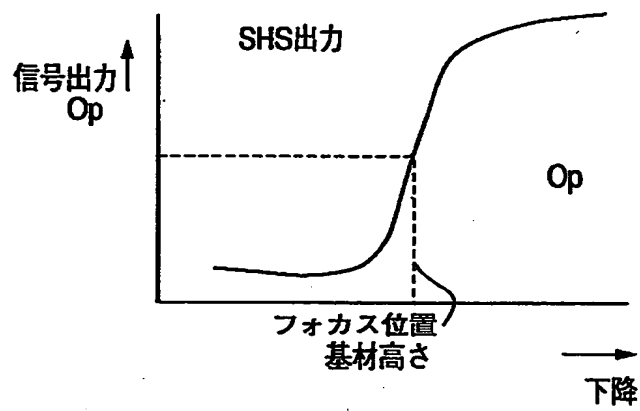
【図 6】



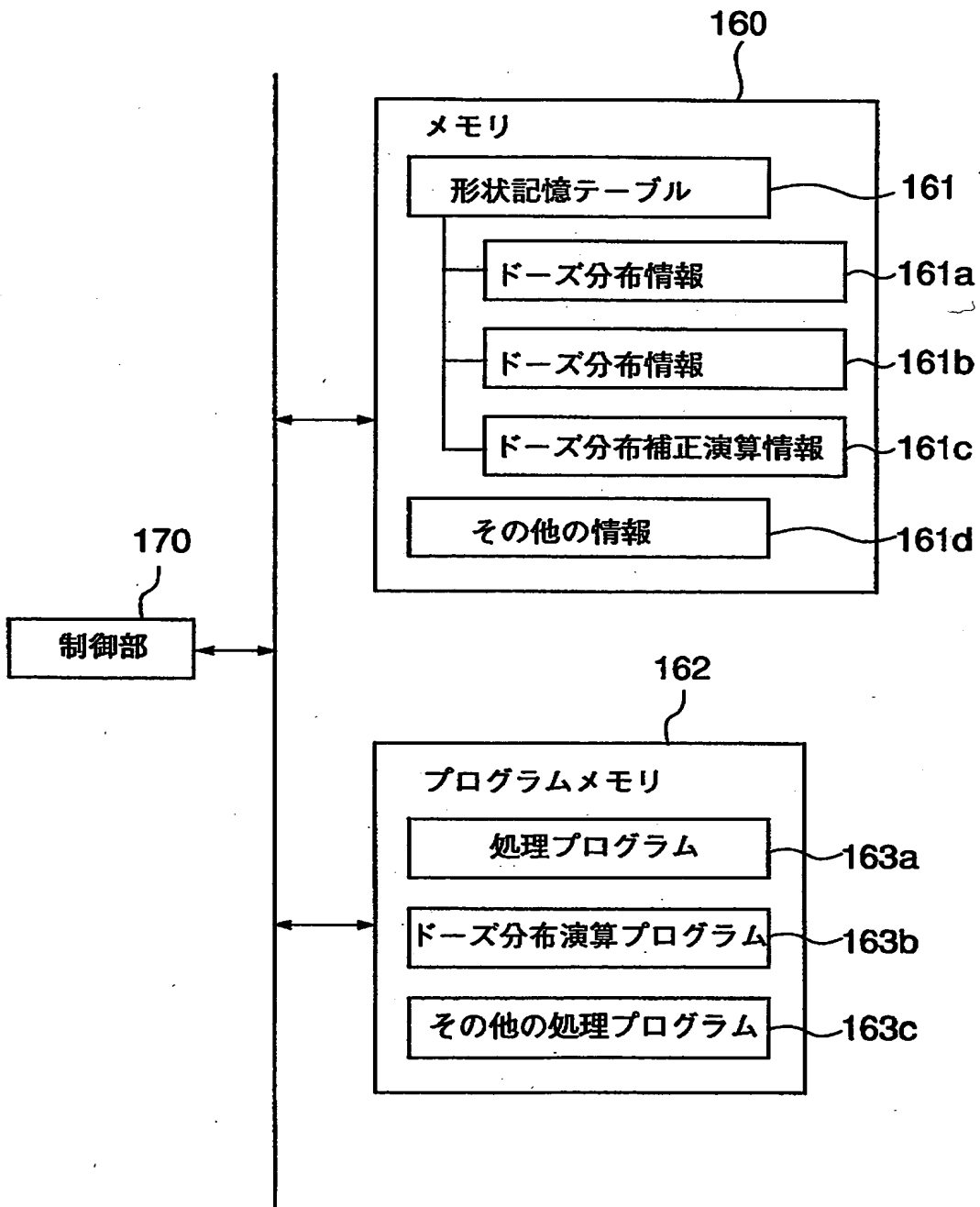
【図 7】



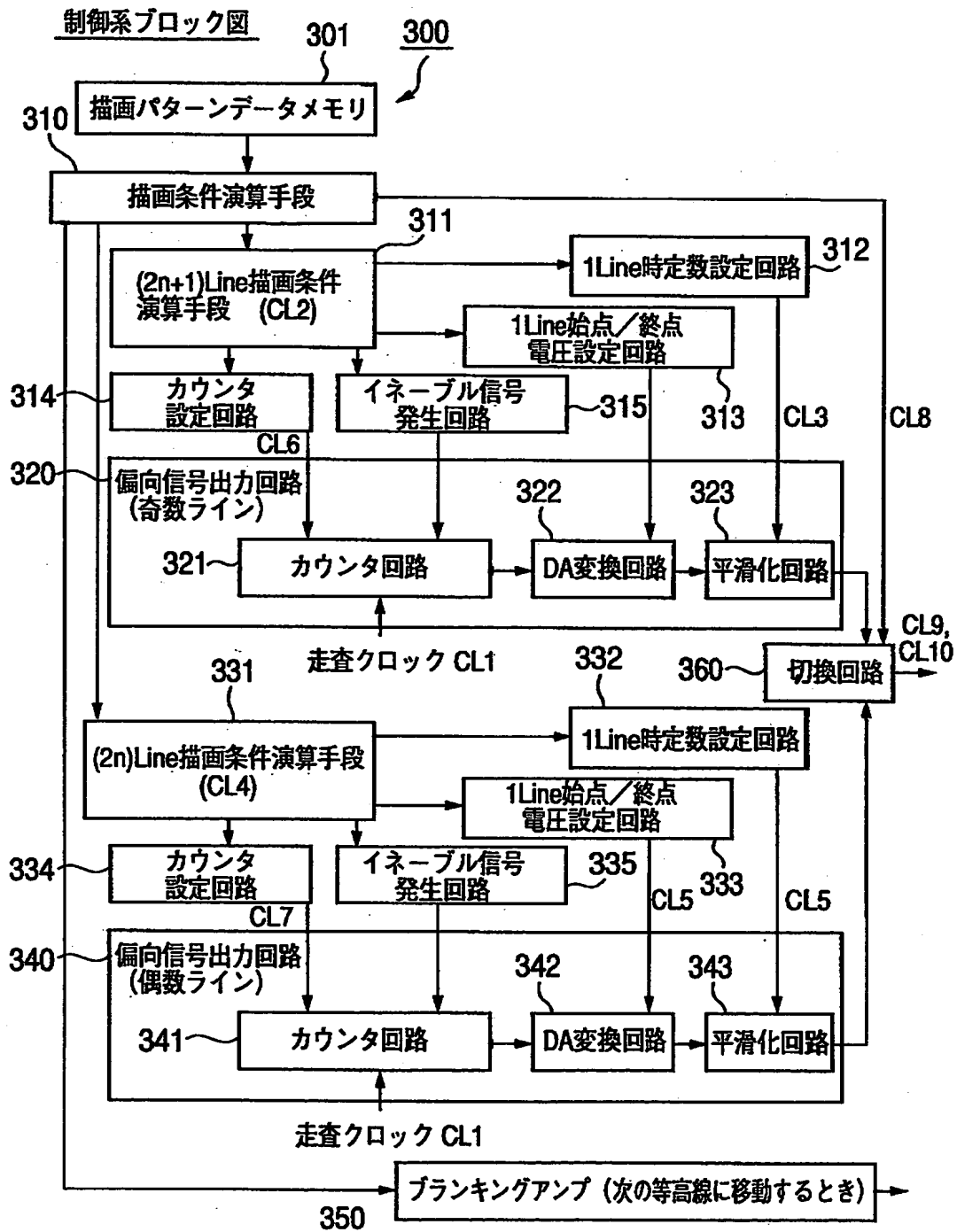
【図 8】



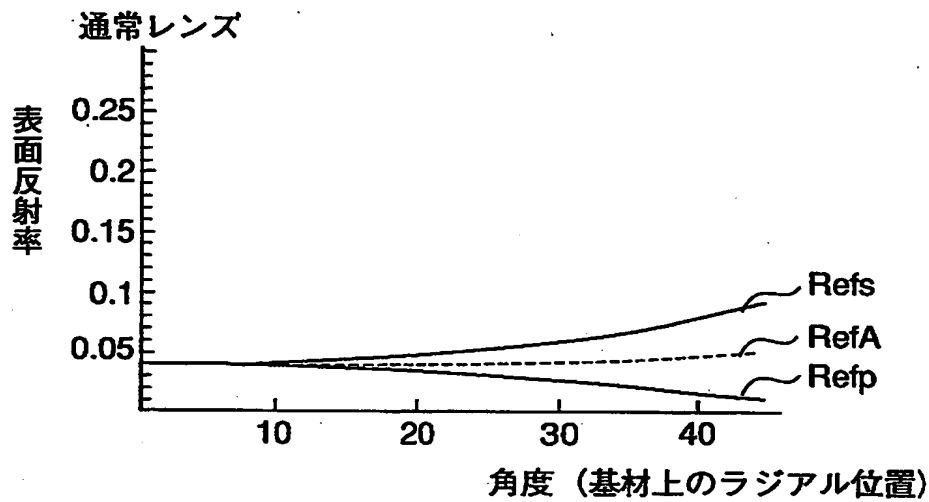
【図9】



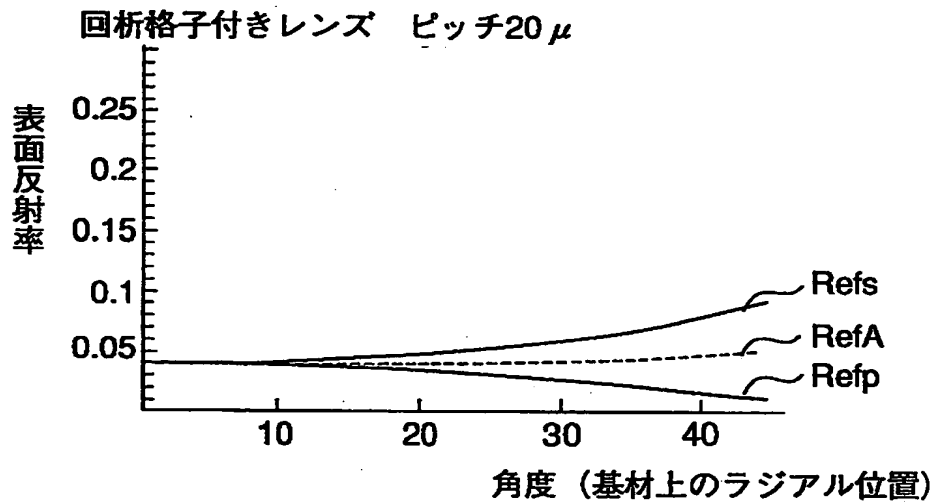
【図 10】



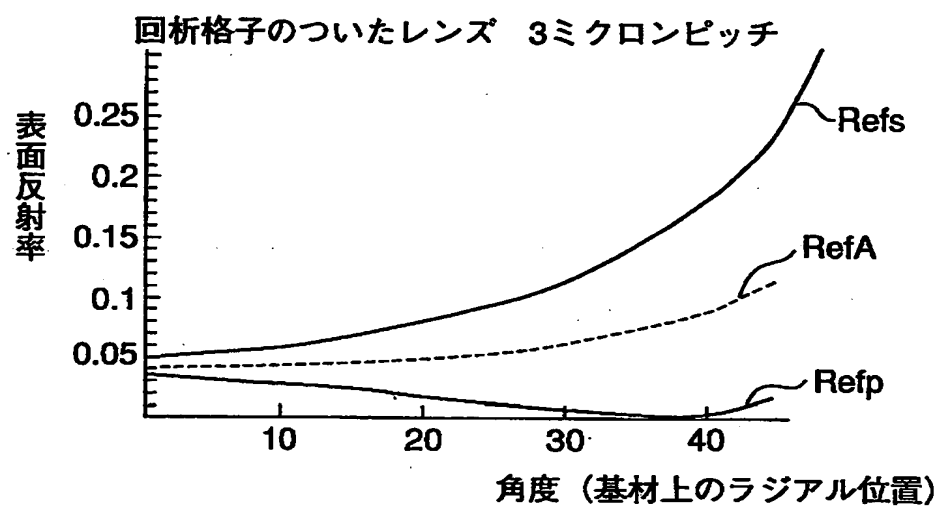
【図 1 1】



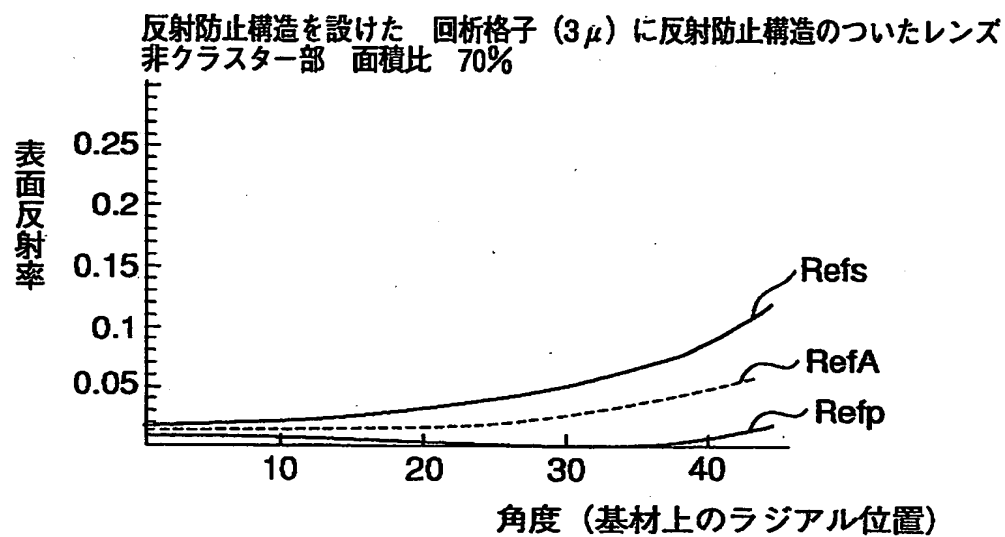
【図 1 2】



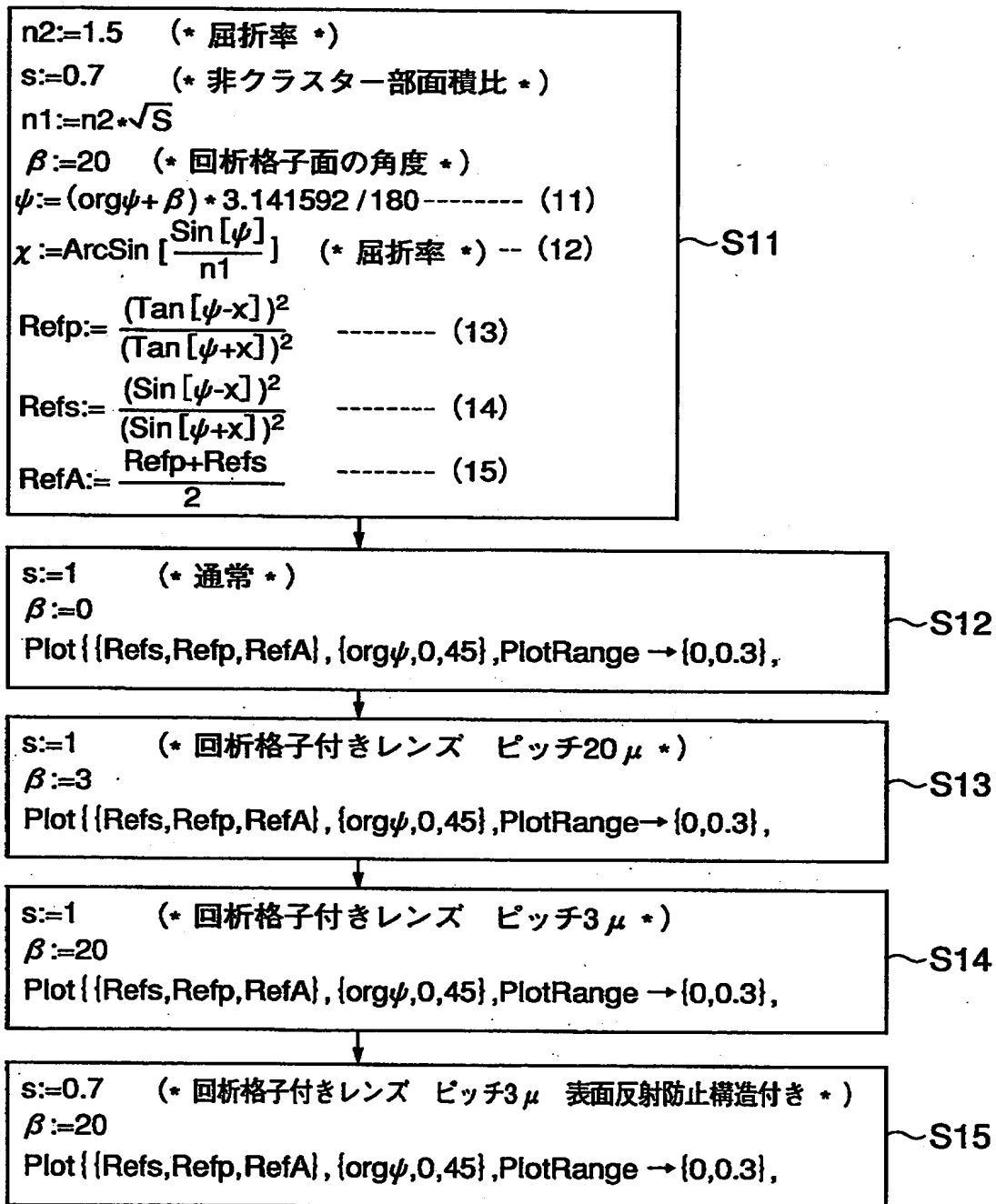
【図13】



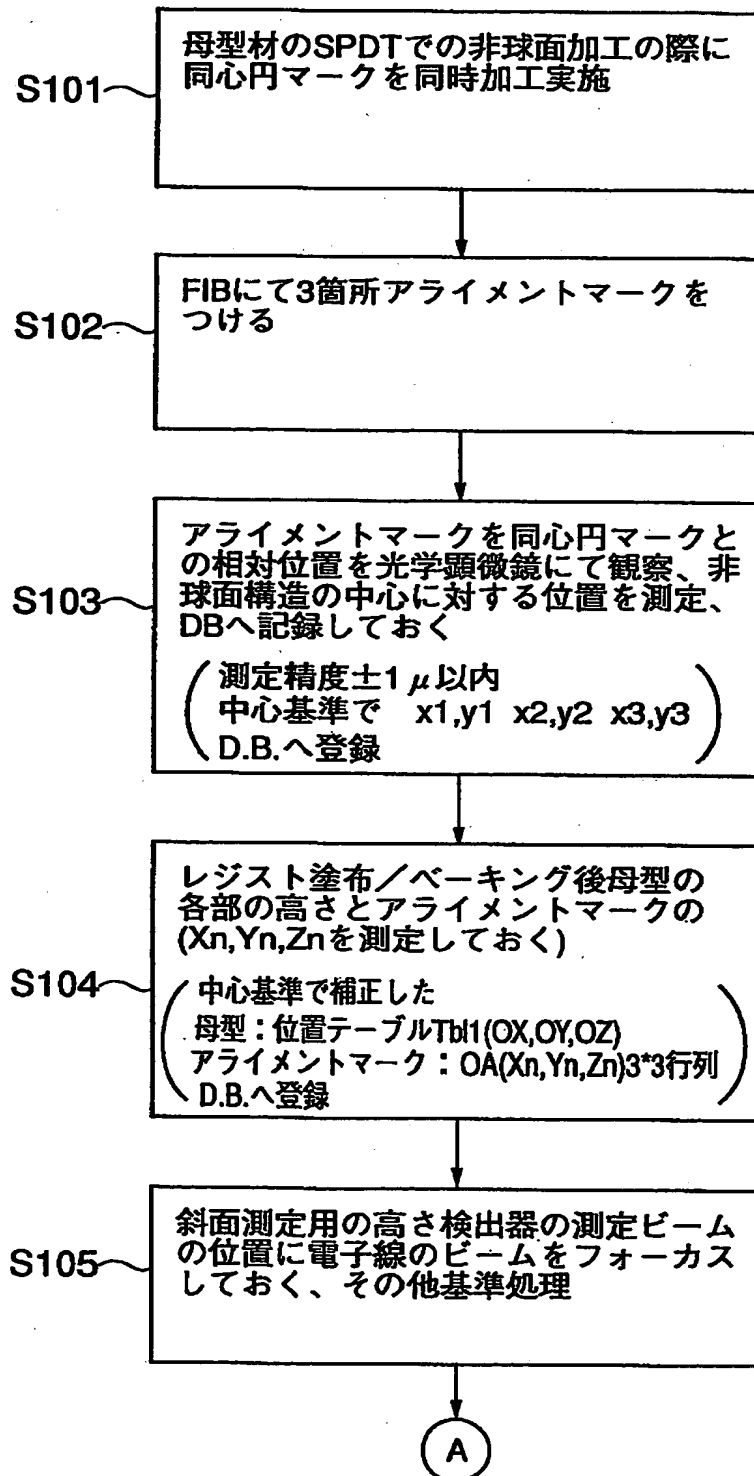
【図14】



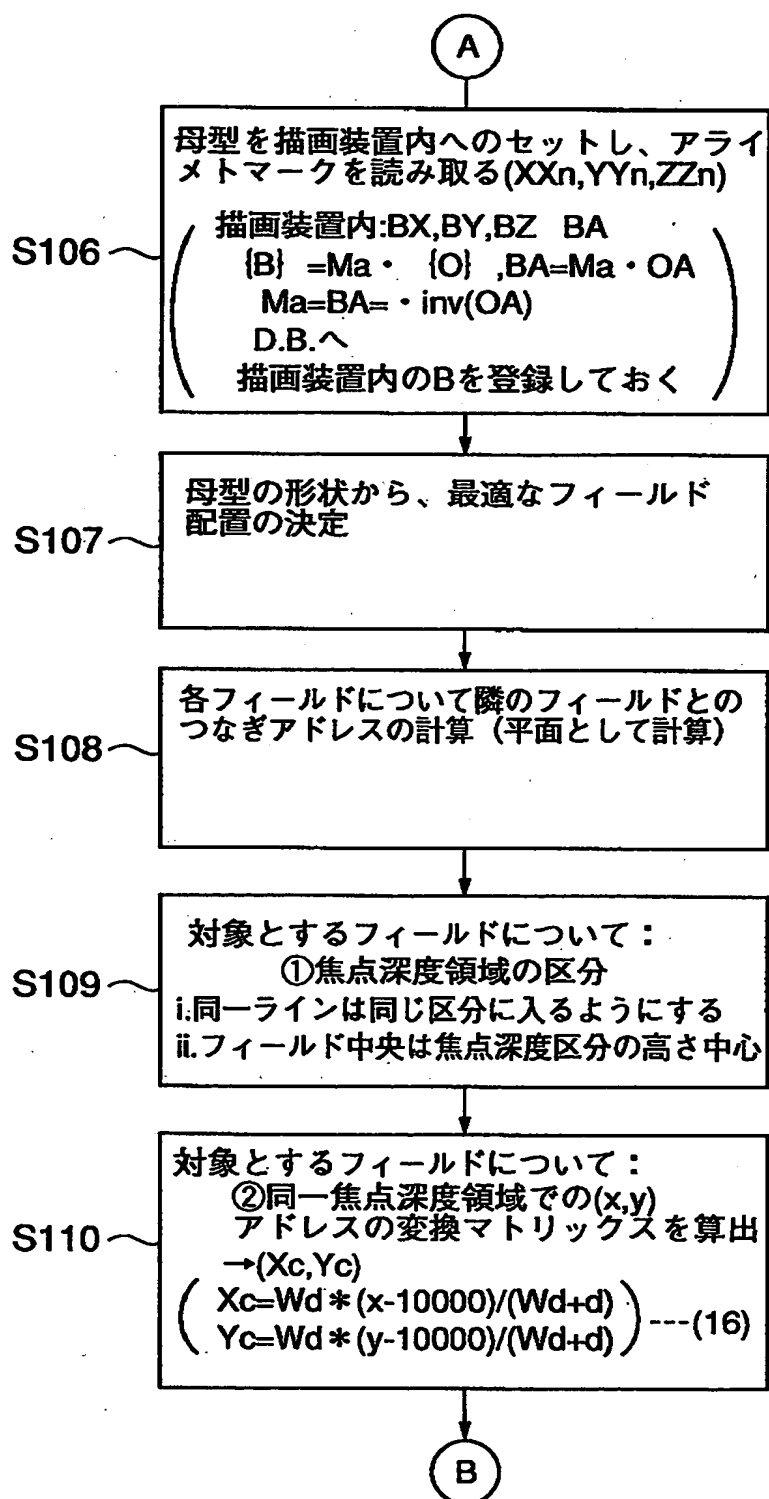
【図 15】



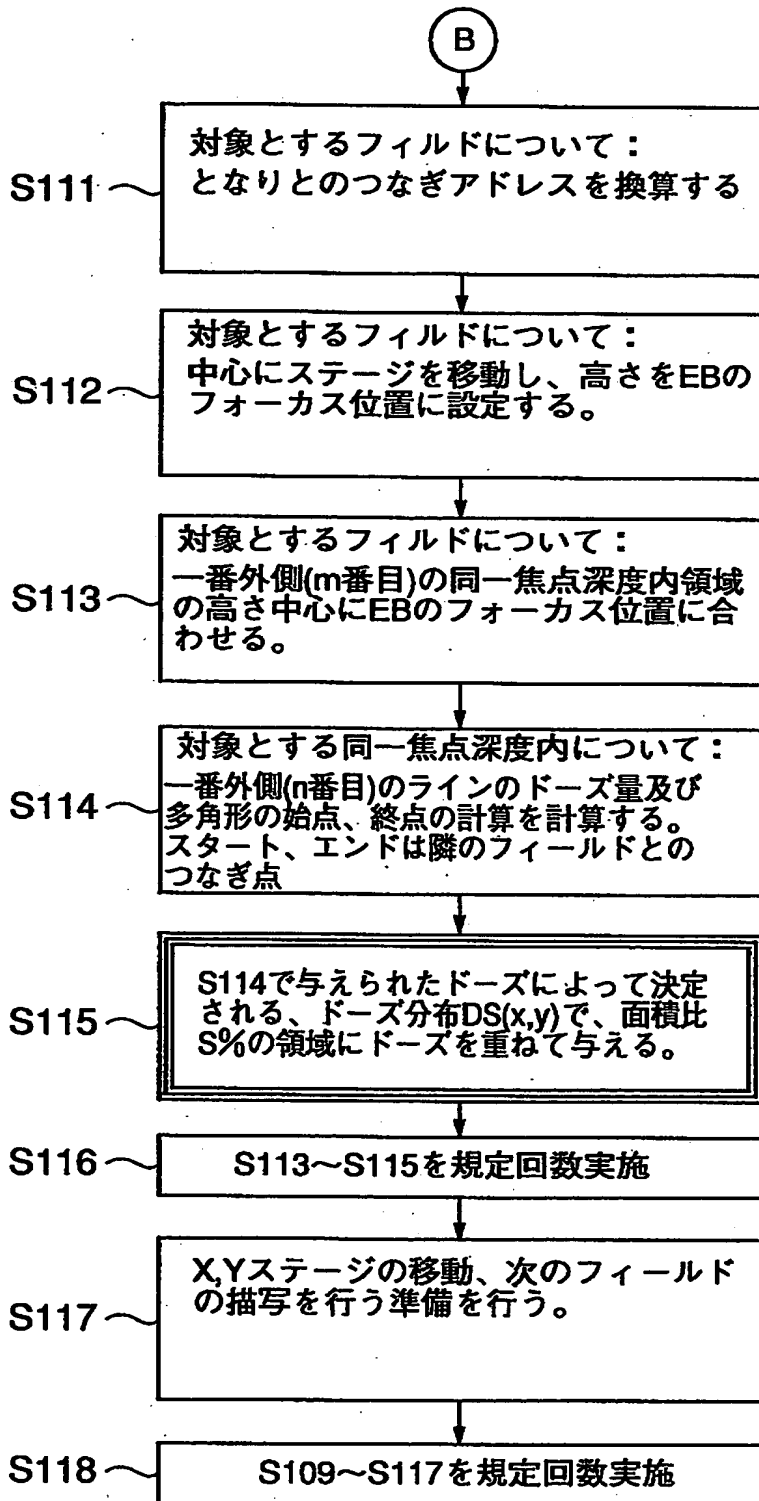
【図16】



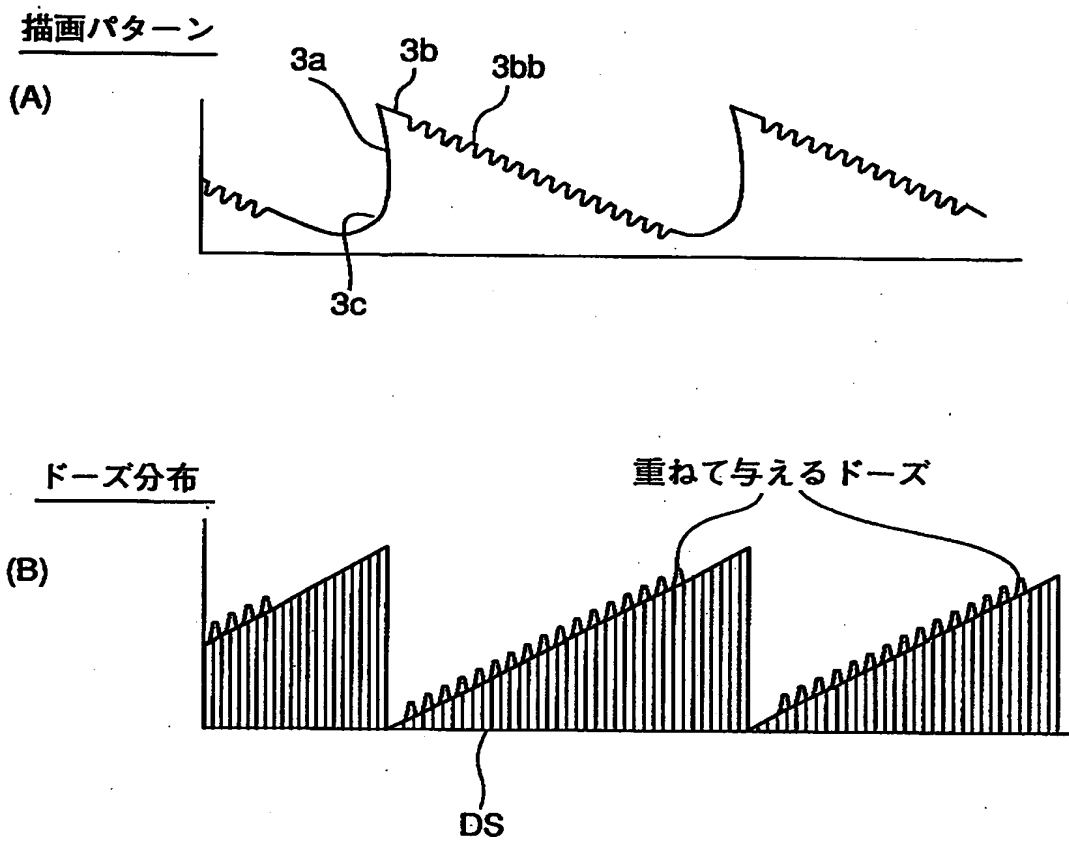
【図 17】



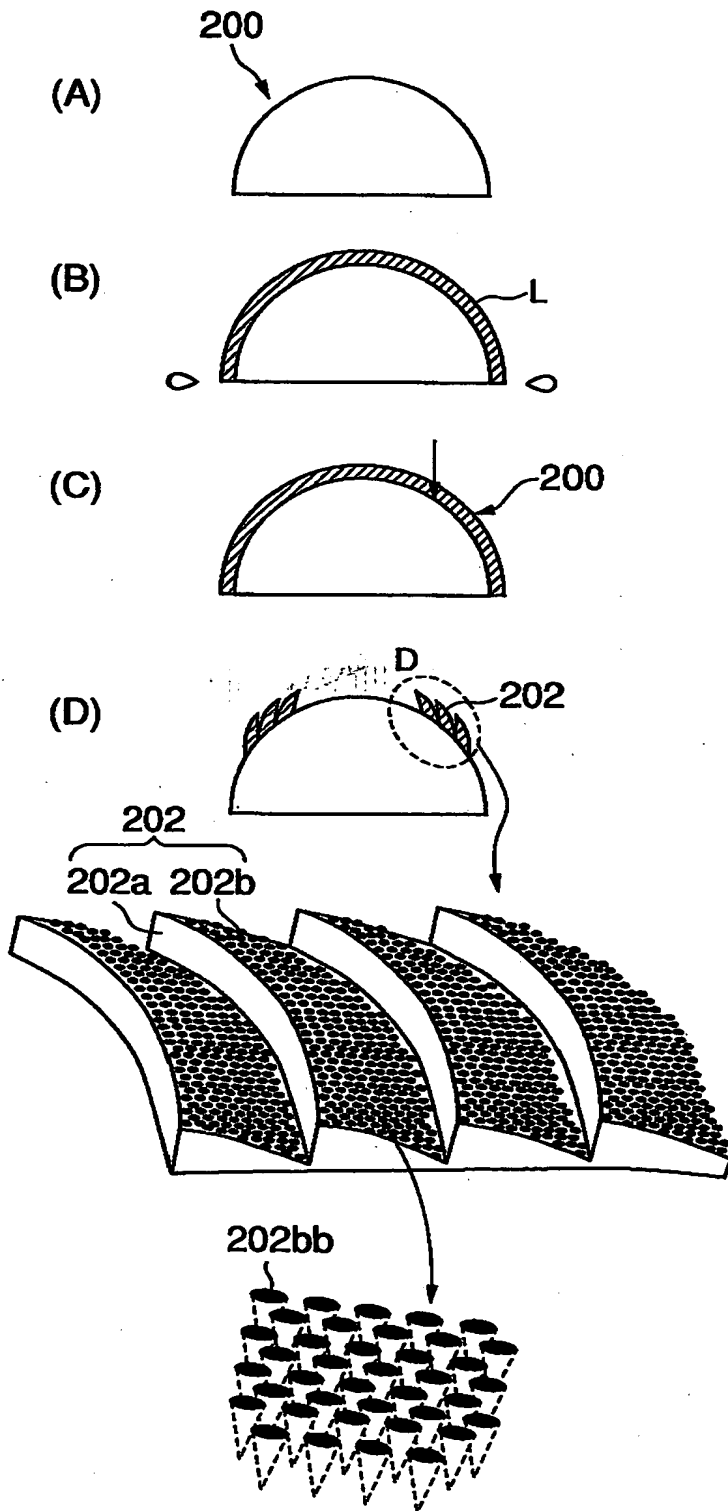
【図 18】



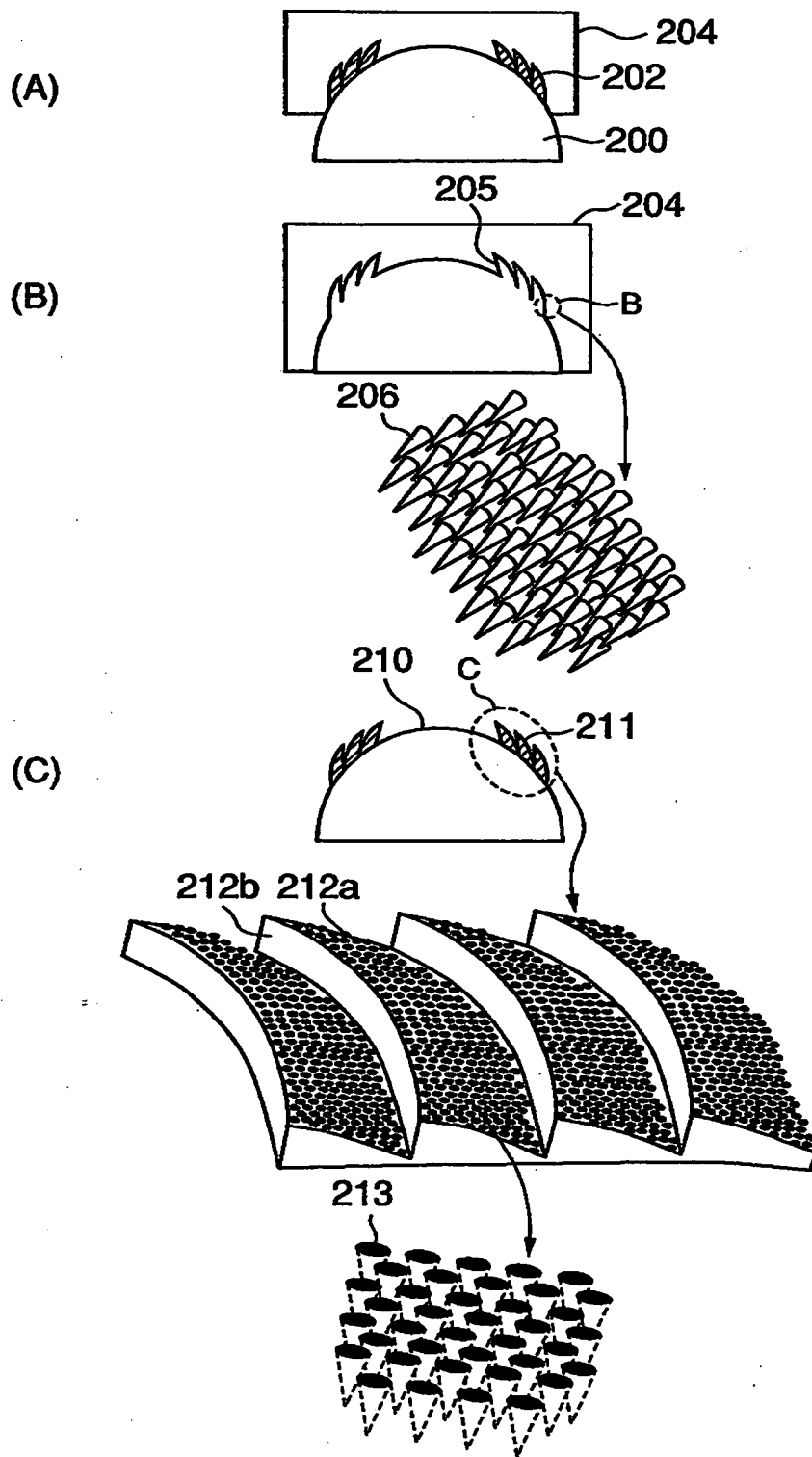
【図19】



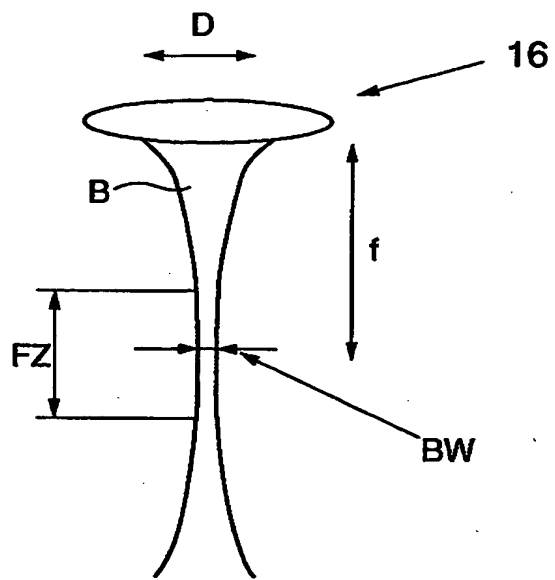
【図 20】



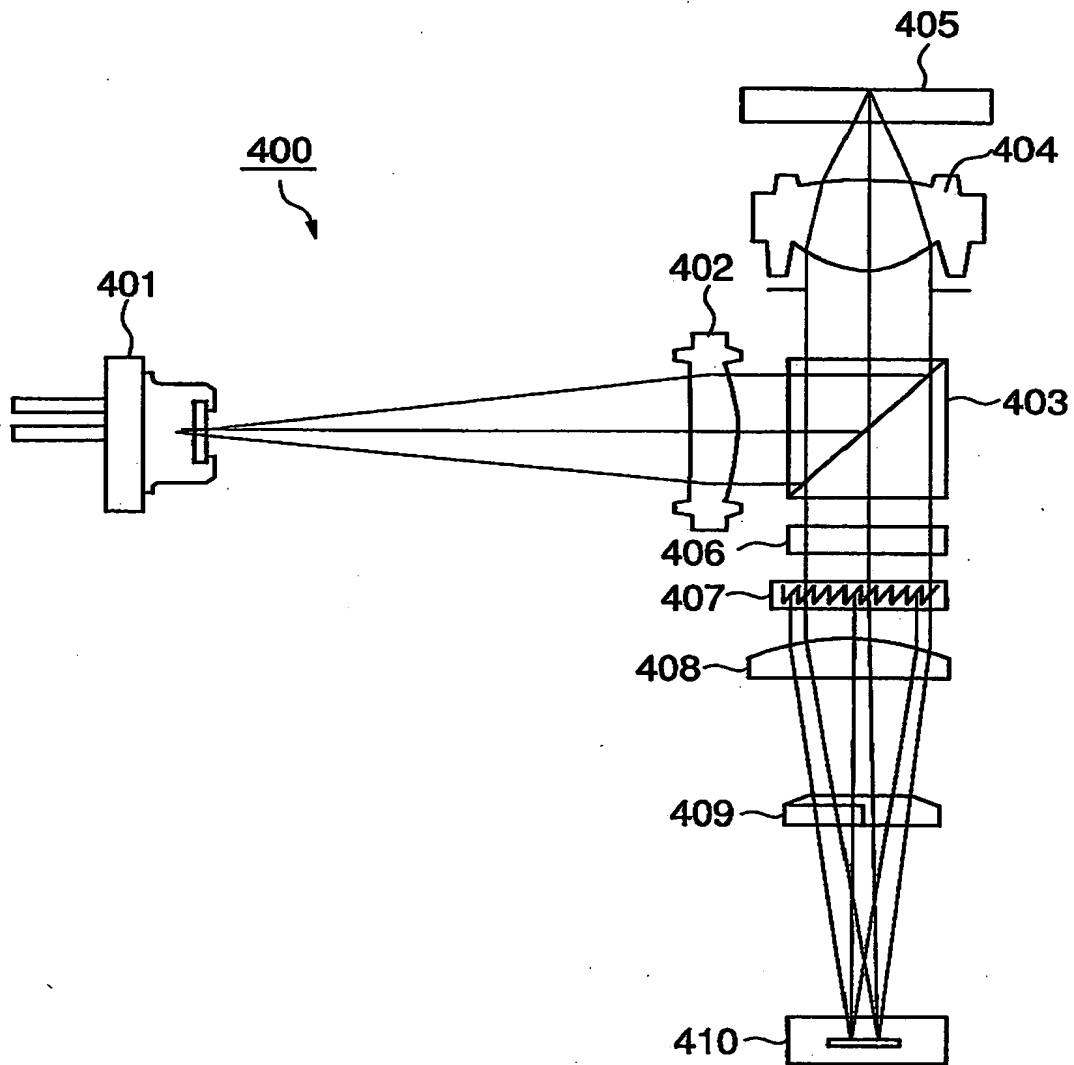
【図 21】



【図 22】



【図 2 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、誘電体膜を形成することなく表面反射の低減を図ることができ、ピックアップ機能の低下を防止することのできる被描画基材、その金型、光ピックアップ装置、電子ビーム描画方法、その方法にて描画された基材、及び電子ビーム描画装置を提供する。

【解決手段】 基材に対して電子ビームを走査することにより基材の描画を行う電子ビーム描画に関する。基材の曲面部に回折格子の少なくとも1ピッチ部分を傾けて形成し、当該1ピッチ部分の傾斜部に対して表面反射防止用の複数の孔部を形成する際に、当該孔部分のドーズ量を加味した走査位置に対するドーズ量分布を予め定義したドーズ分布の特性に基づいて、当該ドーズ量を算出しつつ前記基材の曲面部の描画を行う。これにより、表面反射防止用の複数の孔部を形成した基材を提供できる。

【選択図】 図1

特2001-263313

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-263313
受付番号	50101279183
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成13年 9月 3日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成13年 8月31日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001270]

1. 変更年月日	1990年 8月14日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都新宿区西新宿1丁目26番2号
氏 名	コニカ株式会社